

Le travail personnel des collégiens en mathématiques hors classe. Une étude didactique.

Laure Guérin

▶ **To cite this version:**

Laure Guérin. Le travail personnel des collégiens en mathématiques hors classe. Une étude didactique.. Mathématiques [math]. Université Aix Marseille, 2020. Français. NNT : . tel-02984710

HAL Id: tel-02984710
https://hal.science/tel-02984710

Submitted on 31 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE D'AIX-MARSEILLE

ECOLE DOCTORALE : Mathématiques et informatique de Marseille

LABORATOIRE/UNITE DE RECHERCHE : UMR 7373-I2M-Institut de Mathématiques de Marseille

Thèse présentée pour obtenir le grade universitaire de docteur

Discipline : Mathématiques
Spécialité : Didactique des mathématiques

Laure GUERIN

Le travail personnel des collégiens en mathématiques hors classe.
Une étude didactique.

Soutenue le 12/10/2020 devant le jury :

Pierre ARNOUX	Université d'Aix-Marseille	Examinateur
Hamid CHAACHOUA	Université de Grenoble Alpes	Rapporteur
Yves CHEVALLARD	Université d'Aix-Marseille	Invité
Ghislaine GUEUDET	Université de Bretagne Occidentale	Rapporteur
Yves MATHERON	IFé-ENS de Lyon	Directeur de Thèse
Gérard SENSEVY	Université de Bretagne Occidentale	Examinateur
Floriane WOZNIAK	Université de Montpellier	Examinateur

Numéro national de thèse/suffixe local : 2020AIXM0229/012ED184

Résumé

Cette thèse porte sur l'observation et l'analyse des techniques personnelles et autonomes d'étude des mathématiques par des élèves de collège.

Nous nous intéressons aux ressources utilisées, à la fonction qu'elles occupent et aux gestes de l'étude que les élèves réalisent en dehors de la classe pour accomplir le travail scolaire qui leur est demandé par leurs professeurs ou qu'ils se donnent, seuls ou avec l'aide d'une tierce personne, afin d'étudier les mathématiques. Ces ressources peuvent être matérielles, numériques, ou humaines. L'analyse de leur usage ne peut se faire sans prendre en considération à la fois ce qui est proposé à l'étude en classe, tant pour ce qui concerne les organisations mathématiques enseignées que la forme didactique donnée à leur étude, ni la traduction en acte de la dimension sociale de ce que les élèves, leurs familles, les aides diverses, entendent par « étudier les mathématiques ». Soit ce qui constitue une personne à travers ces divers assujettissements. Ce qu'on peut désigner de malentendus relatifs au travail personnel, du côté des élèves et des familles, rejoint l'absence de connaissance sur ce qu'il devrait être chez les professeurs. Notre hypothèse consiste à considérer les différentes positions d'élèves au regard de l'institution : les bons, les moyens et les faibles. Deux approches viennent se compléter dans le dispositif d'enquête : une approche quantitative par questionnaire et une approche qualitative à la fois par entretiens et à partir de deux observations *in vivo.* La population questionnée constitue un échantillon représentatif de celle des collégiens d'Auvergne plus particulièrement au travail dans le moment de révision des contrôles en mathématiques en tant que moment clef de l'étude personnelle.

Mots clés : geste de l'étude, dialectique média milieu, ressource, situation possiblement didactique

Abstract

This thesis aims is to bring a new perspective on personal and autonomous techniques to study Mathematics. We are interested in the resources used, the function they have within the study, and the actions students carry out outside the classroom to do their homework.

The resources they use can be material, digital or human and the “milieu” they create can come from teachers or be given by themselves, sometimes with the help of a third party: parents, brothers, sisters… This is why the analysis can’t be done without taking into account what is proposed at school, namely mathematical and didactic organizations and social representations.

In particular, we describe the links between the didactic form given to the study and the social dimensions of what pupils, families and different study helpers understand by studying Mathematics. Our hypothesis is to consider different positions of students in relation to the institution: the good, the medium and the weak level.

We will consider an anthropological approach, using the latest developments in ATD. The research process uses quantitative questionnaire analysis and clinical methodology. The population surveyed is a representative sample of Auvergne students, particularly during the time of Mathematics tests revisions as a key moment in personal study.

Keywords : ATD, personal homework, milieu, resource, study gestures.

Remerciements

Mes remerciements vont à mon directeur de thèse, Yves Matheron, pour toute l'aide qu'il m'a apportée pour réaliser cette thèse durant ces cinq années. Je le remercie chaleureusement pour son travail, pour ses conseils toujours riches et pour tout ce qu'il a pu m'enseigner au fil de la recherche. Je tiens aussi à le remercier pour sa compréhension et son soutien dans les moments difficiles où mes recherches étaient en suspens.

Je suis reconnaissante à Ghislaine Gueudet et Hamid Chaachoua qui ont bien voulu être rapporteurs de cette thèse ainsi qu'à Pierre Arnoux, Gérard Sensevy et Floriane Wozniak qui ont accepté de faire partie du jury.

Je remercie Yves Chevallard, pour les développements en Théorie Anthropologique du Didactique qu'il a réalisés et sur lesquels cette thèse s'appuie fortement.

Je tiens à remercier Stéphanie Léger, de l'Université de Clermont-Ferrand, qui m'a aidée pour la partie statistique et Marie-Pierre pour l'anglais.

Mes remerciements vont aussi à l'IREM de Clermont-Ferrand, et notamment à Robert Noirfalise, ainsi qu'à tous les professeurs du master 2 Recherche en didactique des mathématiques d'Aix-Marseille, qui m'ont fait rencontrer et aimer la didactique des mathématiques.

Je tiens à remercier les professeurs et professeures, qui ont bien voulu ouvrir les portes de leurs classes afin que je puisse enquêter. Je remercie vivement les élèves sollicités qui ont eu la gentillesse de répondre à mes questions et qui ont partagé avec moi leurs techniques d'étude lors des entretiens individuels.

Je remercie ma famille, mes amis qui m'ont encouragé à ne pas abandonner. Je remercie mon conjoint Cédric, mon fils Simon, ma mère, pour leur patience et leur soutien puisque ma disponibilité à leurs côtés a été moindre durant la réalisation de cette thèse.

Table des matières

Résumé 1
Abstract 2
Remerciements 3
Table des matières 4
Introduction 9
1. Contexte de la thèse – Cadre Général 15
1.1 L'étude et l'étude autonome 15
1.2 Le travail personnel des élèves tel que le décrit le système éducatif français 17
1.2.1 Les textes officiels dans le premier degré 18
1.2.2 Les textes officiels dans le second degré 23
1.2.3 Le dispositif « devoirs faits » au collège 25
1.2.4 Conclusion 28
1.3 Les représentations sociales de l'étude des mathématiques et de l'étude autonome 30
1.3.1 Le point de vue de quelques professeurs 30
1.3.2 Le point de vue d'une surveillante et d'un intervenant dans l'accompagnement des devoirs 36
1.3.3 Le point de vue des élèves 38
1.3.4 Conclusions 40
1.4 L'étude au fil du temps 42
1.5 Revue de lecture sur le sujet 48
1.5.1 Point de vue sociologique : Kakpo et Rayou, Michaut 49
1.5.2 Au collège : la thèse de Félix (2002) 52
1.5.3 Au-delà du collège : Silvy, Mario et Farah 53
1.5.4 Les aides à l'étude : thèses de Esmenjaud-Genestoux et de Erdogan 55
1.5.5 Les travaux de Castela 57
1.6 Conclusion 58
2. Cadre théorique et genèse des questions 60
2.1 Organisation praxéologique 60
2.2 Rapports institutionnels et personnels 63
2.3 Les conditions de l'étude 67
2.4 Organisation didactique – les moments de l'étude 71
2.5 La notion de milieu, le milieu du schéma herbartien 73
2.6 Autonomie et synnomie 76
2.7 Questions problématiques 78
2.7.1 Déterminants liés à l'environnement familial 79

2.7.2 Déterminants liés à la singularité personnelle de l'élève 81
2.7.3 Déterminants liés au professeur, à la classe : l'effet enseignant, l'effet classe 81
3. Approche quantitative 84
3.1 Méthodologie du questionnaire 85
3.1.1 Objectifs du questionnaire 85
3.1.2 Choix de la population 88
3.1.3 Consignes de passation du questionnaire 91
3.1.4 Composition du questionnaire 93
3.2 Analyse univariée de l'échantillon 97
3.3 Traitement des données par analyse bivariée 103
3.3.1 Plan de l'étude statistique 103
3.3.2 Précisions méthodologiques préalables 104
3.4 Description de l'échantillon en termes de disponibilités de ressources 113
3.4.1 Possession de livres autre que le manuel de la classe dans les foyers 113
3.4.2 Accès à l'Internet 118
3.4.3 Aide à l'étude par cours particulier 121
3.4.4 Conclusion sur la disponibilité des ressources 122
3.5 Question portant sur les discussions informelles 123
3.5.1 Les discussions informelles en fonction du niveau de l'élève en mathématiques 124
3.5.2 Les discussions informelles en fonction du niveau de classe 125
3.5.3 Les discussions informelles en fonction du type d'établissement 126
3.5.4 Conclusion sur les discussions informelles 128
3.6 Travail personnel des élèves au quotidien 128
3.6.1 Différence de réponses des élèves entre les trois situations 129
3.6.2 Les aides à l'étude 132
3.6.3 Le travail quotidien en fonction du niveau de l'élève 141
3.6.3 Le travail quotidien en fonction du niveau de classe 153
3.6.4 Le travail quotidien en fonction du type d'établissement 163
3.6.4.2 Bilan du travail quotidien en fonction du type d'établissement 173
3.6.5 Conclusion sur le travail personnel des élèves au quotidien 175
3.7 Travail personnel des élèves pour les devoirs surveillés et lors des devoirs maison 177
3.7.1 La gestion du temps 178
3.7.2 Techniques d'étude pour réviser un devoir surveillé 194
3.7.3 Techniques d'étude lors d'un devoir maison 219
3.8 Conclusions sur les techniques d'étude 248
4. Rapport à l'étude des élèves – Le travail personnel en fonction de l'organisation didactique 251
4.1 La question 12 253
4.1.1 Les résultats de la question 12 253

4.1.2 Bilan de la question 12 : le rapport au mode cours/exercices 258
4.2 La question 17 259
4.2.1 Les résultats de la question 17 259
4.2.2 Bilan sur le rapport à l'étude (question 17) 267
4.3 Les différents contrats de classe-des AER aux PER 268
4.4 Disponibilités des ressources et discussions informelles 273
4.4.1 Disponibilités des ressources 273
4.4.2 Discussions informelles en fonction du contrat 275
4.4.3 Aide des familles et contrat 279
4.4.3 Conclusion sur les discussions informelles et sur l'aide apportée par les familles en fonction de l'organisation didactique 282
4.5 Révisions des devoirs surveillés et devoirs maison selon le type d'enseignement suivi 283
4.5.1 Les résultats 284
4.5.2 Bilan sur les techniques d'étude des devoirs surveillés et devoirs maison selon le contrat 286
4.6 Travail quotidien selon l'organisation didactique 287
4.6.1 Les résultats 287
4.6.2 Bilan sur le travail quotidien en fonction du contrat 293
4.7 Rapport à l'étude des mathématiques selon l'organisation didactique 295
4.7.1 Les résultats 295
4.7.2 Bilan sur le rapport à l'étude selon le contrat 297
4.8 Conclusion sur les techniques d'étude selon l'organisation didactique suivie 297
4.8 Conclusions de l'étude statistique et hypothèses de recherche 300
4.8.1 Conclusion sur les conditions de l'étude 300
4.8.2 Conclusion sur les techniques d'étude 302
4.8.3 Conclusion sur le rapport à l'étude des mathématiques 308
5. Approche qualitative 311
5.1 Cadre méthodologique de l'approche qualitative 311
5.1.1 Choix d'une méthodologie 311
5.1.2 Sur le plan épistémologique : les origines de la *clinique* 312
5.1.3 Précautions et précisions méthodologiques 316
5.1.4 Description de notre démarche méthodologique 318
Le contrat d'étude de y_1 325
Le contrat d'étude de y_2 326
Le contrat d'étude de y_3 326
5.2 Reprise des résultats statistiques à la lueur de l'abord du cognitif en Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) 328
5.2.1 Reprise de la question 2 328
5.2.2 Noyau cognitif 330
5.2.3 Situation possiblement didactique 332

5.3. Deux observations 334
5.3.1 Le cas de Filip 334
5.3.2 Le cas de Louise 338
5.3.3 Conclusion 343
5.4. Séries d'entretiens – L'organisation mathématique 345
5.4.1 Organisation mathématique des programmes sur les aires et périmètres 345
5.4.2 Types de tâches, techniques : bloc pratique issu des programmes 352
5.4.3 Choix du thème, choix des professeurs 359
5.5 Classes issues du milieu Réseau d'Education Prioritaire REP 362
5.5.1 Quelques caractéristiques des élèves issus du réseau d'éducation prioritaire 362
5.5.2 Analyse des contrôles de y_1 363
5.5.3 Organisation mathématique enseignée par y_1 et milieu construit dans la classe 366
5.5.4 Analyse du milieu d'étude des élèves de y_1 et croisement avec l'organisation mathématique de la classe 389
5.5.5 Analyse des entretiens avec les élèves dans la classe de y_1 la première année 389
5.5.6 Conclusions sur les techniques d'étude des élèves de y_1 lors de la première année 409
5.5.7 Analyse des entretiens avec les élèves la deuxième année 413
5.5.8 Conclusions sur les techniques d'étude la deuxième année 441
5.6 Premières conclusions sur les praxéologies d'étude des classes de y_1 444
5.6.1 Techniques de prises d'informations sur l'organisation mathématique 444
5.6.2 Technique d'évaluation de son rapport personnel 445
5.6.4 Technique de reprise d'exercices : connexion entre bloc pratico-technique et bloc technologico-théorique 446
5.6.5 S'autoriser à s'engager dans l'étude 446
5.7 Premières conclusions sur le milieu d'étude, un milieu à «trous» pour l'élève ? 447
6. Analyse qualitative : milieu rural et urbain 454
6.1 Classes issues du milieu rural 454
6.1.1 Caractéristiques des élèves issus du milieu rural 454
6.1.2 Analyse du contrôle donné par y_2 456
6.1.3 Organisation mathématique et milieu d'étude construit dans la classe de y_2 457
6.1.4 Analyse des entretiens de six élèves dans la classe de y_2 et croisement avec l'organisation mathématique 467
6.2 Conclusions sur les praxéologies d'étude personnelle dans la classe de y_2 491
6.2.1 Bilan sur les situations possiblement didactiques 491
6.2.2 L'évanouissement du bloc technologico-théorique 496
6.3 Analyse des ressources disponibles, en particulier les manuels 519
6.3.1 Cadre d'analyse 520
6.3.2 Curriculum institutionnellement offert dans la classe de y_1 525

6.3.3 Curriculum personnellement vécu dans la classe de y_1 538
6.3.4 Curriculum institutionnellement offert dans la classe de y_2 542
6.4.5 Curriculum personnellement vécu dans la classe de y_2 557
6.4.6 Conclusion 558
6.4 Classe issue du milieu urbain, enseignée par PER. 565
6.4.1 Caractéristiques des élèves dans un enseignement comportant des AER 565
6.4.2 Analyse du contrôle de y_3 566
6.4.3 Milieu d'étude construit dans la classe de y_3 568
6.5 Analyse des entretiens des élèves de y_3 593
6.5.1 le milieu d'étude d'Alizée (18,5/20) 594
6.5.2 Le milieu d'étude d'Alice (18,5/20) 598
6.5.3 Le milieu d'étude de Calypso (14/20) 600
6.5.4 Le milieu d'étude de Louis (13/20) 604
6.5.5 Le milieu d'étude d'Emmanuel (8/20) 606
6.5.6 Le milieu d'étude de Léa (10/20) 610
7. Conclusions sur les praxéologies d'étude-Comparaison avec les classes ordinaires 614
7.1 Situations possiblement didactiques 614
7.1.1 Reprise de l'étude de l'Organisation Mathématique issue de la classe 614
7.1.2 Evaluer la conformité de son rapport personnel à l'objet *O* à étudier, évaluer l'organisation mathématique 619
7.1.3 Prolonger l'étude de l'objet *O* 620
7.2 Noyau cognitif ; parcours positionnel et formatif 625
7.2.1 Position dans le noyau cognitif et instance évaluatrice 625
7.2.2 Curriculum personnellement vécu 628
7.3 Mise en parallèle de techniques d'étude 629
7.4 Les gestes de l'étude selon les types d'établissement 632
7.4.1 Particularités des gestes de l'étude des Zones REP 632
7.4.2 Particularités des gestes de l'étude en zone rurale 634
7.5 Les gestes de l'étude dans les classes ordinaires et dans les classes enseignées par PER 635
7.5.1 Gestes de l'étude et enseignement traditionnel 636
7.5.2 Gestes de l'étude dans un enseignement contenant des AER 637
8. Conclusion générale 641
8.1 Les principaux résultats de recherche 641
8.2 Modèle de structuration du milieu et confrontation au travail de Castela 647
8.3 Parcours positionnel dans le système didactique auxiliaire et classification en types de tâches d'étude 654
8.4 Limites et perspectives 662
9. Bibliographie 664

Introduction

La période des rentrées scolaires est traditionnellement propice à l'édition d'ouvrages sur l'enseignement et l'éducation : ils rencontrent plus facilement un lectorat temporairement sensibilisé à cette actualité à la périodicité annuelle. Septembre 2019 n'y avait pas échappé. Certains sites spécialisés dans les questions pédagogiques font, à leurs manières et à partir de leurs centres d'intérêt, la promotion de livres édités à l'occasion. L'un de ces sites avait publié l'interview d'une des co-auteures d'un ouvrage consacré à la réussite scolaire des enfants d'enseignants[1].

Le directeur du site en ligne, qui a réalisé l'interview de l'auteure, la fait précéder d'une présentation. Il écrit : *«* Pour elle *[il s'agit de celle des auteures qui est interviewée],* les enseignants ont des recettes qui peuvent être communiquées aux autres parents […] Ces secrets sont-ils aisément transmissibles ? Pas sur (sic !)... » Transmettre des « recettes » et des « secrets », comment ne pas piquer la curiosité du lecteur afin qu'il cherche à en savoir plus ?

Au cours de l'interview, l'auteure de l'ouvrage aborde la question centrale du rôle des parents enseignants dans l'accompagnement de leurs enfants lors du travail scolaire réalisé hors du temps de la classe : celui des devoirs et de l'apprentissage des leçons au sein des familles. On perçoit alors que si « recettes » et « secrets » il y a, ceux-ci nécessitent avant tout leur identification pour être communiqués, et que cela n'est pas chose si simple à réaliser.

L'auteure elle-même le laisse entendre au cours de l'interview : « On montre bien dans le livre que quand le professeur dit en classe "il faut revoir telle chose", pour la plupart des parents il manque le mode d'emploi. Un des premiers lecteurs enseignants du livre m'a dit qu'il avait maintenant envie de débattre avec ses collègues sur ce qu'ils pensent de ce que savent les parents. Savoir apprendre une leçon par exemple oui ça reste un délit d'initié ».

Si l'on présuppose qu'existent des connaissances et savoir-faire empiriques propres à certains parents et certains élèves, qui permettent d'étudier de manière efficiente lors du temps de travail personnel hors de la classe, qu'en savons-nous et qu'en savent-ils eux-mêmes ? Les enseignants refuseraient-ils sciemment de communiquer « le mode d'emploi », commettant ainsi un « délit d'initié » ? Ou les professeurs connaissent-ils bien mal ce « mode d'emploi », si tant est qu'il existe ? Les propos de l'enseignant évoqué, qui cherche à en savoir plus, laissant plutôt penser cela.

[1] http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2019/09/03092019Article637030920478547329.aspx

Dans ce dernier cas, les uns et les autres agiraient sans pour autant qu'ils puissent décrire la ou les techniques mises en œuvre pour accomplir ces tâches d'étude hors classe ; techniques sans doute existantes puisque les enfants d'enseignants réussissent statistiquement mieux que d'autres. L'enseignant qui souhaite « débattre avec ses collègues de ce que savent les parents » les connaît-il lui-même ? L'explication à rechercher pour une telle situation qui consiste à agir sans pour autant pouvoir parler son action et donc la communiquer, renvoie à la distinction entre connaissance et savoir, usuelle en didactique depuis les travaux déjà anciens de Guy Brousseau[2] et d'Yves Chevallard[3]. D'une part des connaissances propres à une personne et difficilement communicables à d'autres et, d'autre part, un savoir propre à une institution sociale et communicable à l'intérieur de celle-ci en direction de ses sujets, ou vers d'autres institutions, à l'issue d'une transposition. S'il ne s'agit que d'une connaissance empirique, pourquoi user de l'expression de « déni d'initié », autrement que parce la formulation se veut raccrocheuse ? Le terme désigne en effet l'usage d'un savoir que l'on ne communique volontairement pas à d'autres, parce qu'on ne souhaite s'en servir qu'à son seul profit ; soit donc son identification préalable.

Loin de l'idée d'un « déni d'initié » dont seuls auraient connaissance des parents eux-mêmes enseignants, ne permettant alors qu'à leurs propres enfants de réussir à l'école, les techniques d'étude personnelle hors du temps de la classe nous restent pour une grande part méconnues. La raison tient à ce qu'elles ne peuvent être directement visibles depuis les positions occupées au sein du système didactique qui réunit professeur et élèves autour et en interaction avec un milieu à partir duquel est censé émerger le savoir.

Au premier abord, la principale position au sein du système didactique est celle de professeur ; c'est lui qui est supposé détenir la connaissance du savoir, mathématique dans le cas de cette thèse, et la manière de l'enseigner. L'une des multiples fonctions qu'il assume afin de conduire son enseignement consiste à observer l'évolution des rapports aux savoirs de ses propres élèves et à les évaluer. Cette évaluation prend place soit dans le flux de l'action didactique, soit lors de moments d'évaluation aux modalités institutionnelles diverses : interrogations en classe des élèves à propos d'exercices ou de devoirs donnés hors du temps de la classe, évaluations internes à partir des copies de devoirs surveillés ou autres, etc.

Mais que sait le professeur des techniques mises en œuvre par ses propres élèves lorsqu'ils étudient par eux-mêmes ? Il lui est déjà difficile d'accéder à cette connaissance lorsqu'il observe ses élèves durant le temps de la classe, depuis l'intérieur du système didactique. Cet accès devient impossible lorsqu'il est privé de ce regard parce que l'étude se mène hors de la classe, dans des temps et des lieux qu'il ne peut investir. Il est alors réduit, à partir d'observations externes des apprentissages de ses élèves, à inférer pour justifier les verdicts d'évaluation que l'on attend de lui. C'est ainsi que tout un chacun a un

[2] Brousseau, G. (dir.) (1978). *Étude locale des processus d'acquisition en situations scolaires*. Bordeaux : IREM.
[3] Chevallard, Y. (1985, éd. 1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage.

jour pu prendre connaissance de certaines laconiques formulations émaillant les bulletins scolaires. Elles ont pour fonction la justification sommaire, soit de la faiblesse des résultats, cette explication se réduisant souvent à un « manque de travail », soit dans le cas contraire, à un « bon travail » accompagnant une moyenne élevée. Dans le cas de résultats jugés faibles, le remède consisterait-il alors à ce que les élèves concernés se « mettent au travail » ? Que sait-on de cette mise au travail et des techniques efficaces pour les tâches que cette expression recouvre dans le cas de bons résultats ?

Une autre appréciation rencontrée dans les bulletins trimestriels, plus bienveillante que la précédente, se résume à énoncer que les élèves concernés par la faiblesse de leurs résultats « manquent de méthode », sous-entendu pour travailler efficacement. Mais alors, s'il existe une « bonne méthode de travail », pourquoi les professeurs ne la communiquent-ils pas à leurs élèves ? Sont-ils vraiment dans le déni d'initié, comme le suggère l'interview de la journaliste auteure d'un ouvrage sur la question ? Ou bien s'ils la communiquent à des élèves qui ne savent pas s'en emparer, ces derniers ne sont-ils pas, en définitive, bien stupides ou inattentifs au point de ne pas comprendre comment s'en saisir ? Nous voilà proches de l'idéologie des dons dont certains seraient plus ou moins bien dotés que d'autres.

La réponse ne se trouve généralement pas là où le sens commun souhaite la rechercher. La « bonne méthode », si elle existe quelque part, devrait être publique et communiquée par le Ministère de l'Education Nationale (MEN). Sa quête devrait naturellement aboutir à l'issue d'une recherche sur le site Eduscol du MEN, précisément consacré à cela. En effet, lorsqu'on se lance dans cette recherche, on y trouve assez rapidement une fiche intitulée « Réussir l'école ensemble : aide au travail personnel de l'élève en présence des parents et des enseignants. 2018 C »[4].

Prenant connaissance de cette fiche, on découvre qu'il s'agit d'un dispositif au cours duquel les enseignants prennent en charge l'aide au travail personnel des élèves en présence des parents, et éventuellement avec leur concours. Autrement dit un dispositif initié dans le cas particulier de l'école élémentaire, au cours duquel est mise en œuvre, et communiquée aux parents, la « bonne méthode ». Notre attention est rapidement attirée par un paragraphe intitulé « Modalités de mise en œuvre » dans lequel est espérée la description de la technique utilisée. On la trouve énoncée de la manière suivante : « Un soir par semaine, les parents sont invités à venir aider leur enfant dans son travail personnel en présence de l'enseignant de la classe. - Dans sa classe l'enseignant accueille un ou plusieurs binômes parent/enfant. Il va ainsi de table en table en aidant chaque petit groupe dans son travail personnel donné par l'enseignant. […] Des moments de concertation, régulation et de bilan sont prévus avec les équipes pédagogiques, afin d'une part de préparer la mise en place du projet et d'autre part d'en faire le bilan et de préparer le dispositif pour l'année prochaine. L'objectif étant d'étendre ce dispositif à d'autres écoles de la circonscription. » La « bonne méthode » se résumerait-elle à accueillir les

[4] https://eduscol.education.fr/experitheque/consultFicheIndex.php?idFiche=11354

parents d'élèves, à constituer des binômes parent/enfant, à aller les aider de table en table et à mettre en place des moments de concertation ? On ne peut s'empêcher de penser bien fruste la technique associée à « la bonne méthode ».

L'objet de cette introduction n'est pas de multiplier les exemples de ce type : la thèse en fait une étude davantage exhaustive à partir de supports moins caricaturaux mais tout autant venus du MEN. Il ne s'agit que de montrer que le système éducatif à travers ses agents, et le ministère qui la pilote, sont eux-aussi bien démunis quand il s'agit de faire connaître et de développer, en direction des enseignants, des techniques propres au travail personnel des élèves ; techniques qui, parce qu'elles leur seraient communiquées, le rendraient efficace.

Tout se passe au contraire, depuis le MEN, comme si les professeurs, parce que c'est leur métier, ainsi que cette partie de la société constituée des parents d'élèves, savaient « naturellement » comment conseiller et diriger, le plus souvent à distance, le travail personnel des élèves. Les techniques pour ce travail personnel, la forme didactique et autodidactique qu'il prend hors du système didactique, restent, par bien des aspects, un point aveugle. Ne sont guère énoncées à leur propos que des généralités supports de bonnes intentions (aider les élèves), dont la traduction en acte n'est pas explicitée. La raison tient au fait que de telles techniques ne se laissent actuellement pas décrire à partir d'un savoir, ni même d'un savoir-faire dont parents et professeurs pourraient prendre connaissance en vue d'une mise en œuvre. Sur ce point, lorsqu'on la consulte, la littérature de recherche pédagogique et didactique, quant à elle, fournit peu d'éléments d'analyse[5].

On comprend alors que lorsqu'on les interroge sur ce que doit être le travail personnel des élèves, les professeurs, professionnellement démunis face à la situation, ne puissent au mieux que recourir à leur expérience personnelle d'anciens élèves, en la décrivant de manière subjective et variable selon ce que fut leur assujettissement à cette tâche d'étude. Ils répondent encore et seulement à partir du travail donné aux élèves dont ils ont la charge : exercices et devoirs qu'ils prescrivent.

Face à un tel constat, il s'agit donc de partir du terrain, de l'observer, parfois de manière détournée car il n'est pas aisé d'accéder directement à l'élève au travail chez lui, faisant ses devoirs, afin de décrire et d'analyser les formes que prend ce travail personnel. Autrement dit, de partir d'une réalité empirique telle qu'elle est, et non pas telle qu'on la suppose être. Jusqu'à présent, et à l'exception notable de quelques rares travaux de recherche évoqués précédemment, qui ont pris pour objet le travail personnel des élèves, on n'a guère pu accéder « qu'accidentellement » à cette dimension du travail personnel des élèves, alors qu'on étudiait toute autre chose. C'est ainsi qu'Yves Matheron, dans sa thèse consacrée en 2000 à la modélisation de la mémoire didactique en mathématiques,

[5] Sur ce sujet, les travaux pionniers de Johsua et Félix ne semblent guère avoir été développés depuis leur première parution au début des années 2000.

a fortuitement pu connaître la manière singulière de travail de deux élèves de Terminale Scientifique, spécialité mathématiques, aux résultats faibles.

Pour les besoins de la méthodologie de recherche, avait été mis en place un dispositif de soutien accueillant en mathématiques des élèves d'une classe de Terminale S. Depuis celui-ci et à l'issue d'un devoir surveillé que ces deux élèves avaient échoué, il avait été amené à leur demander comment elles l'avaient révisé : ces élèves disaient travailler et ne comprenaient pas pourquoi elles échouaient. Les questionner personnellement a permis d'accéder à leur travail de révision et donc d'étude des mathématiques, auquel elles consacraient effectivement beaucoup de temps. Il était essentiellement tourné vers la réalisation de fiches. Elles disaient importer cette « technique de travail » d'une autre discipline où elle s'avérait efficace, sans réaliser qu'elle était largement inopérante en mathématiques.

En effet, ce qui est évalué dans cette discipline est avant tout la capacité à résoudre des problèmes et à justifier, depuis les mathématiques, les techniques de résolution utilisées. Autrement dit, en recourant à la modélisation en termes de praxéologie, ce qui est attendu des élèves lors des évaluations scolaires en mathématiques, par exemple au niveau de la Terminale S, est l'identification des types de tâches proposées dans l'énoncé des problèmes, la mise en œuvre adéquate d'une ou des techniques pour les résoudre et la justification de ces techniques : c'est-à-dire l'énonciation de certaines technologies justifiant le recours à ces techniques, à partir de théorèmes, propriétés, définitions, articulés au sein de la rédaction d'une démonstration ou d'un calcul.

Les fiches réalisées par ces deux élèves ne contenaient guère qu'une technologie qu'elles ne pouvaient opérationnaliser. Construire des fiches ne leur permettait pas de s'engager dans la résolution effective des types de tâches contractuellement attendues et, pour ce faire, de s'approprier les techniques enseignées et disponibles au niveau de la Terminale S. Une telle absence technique était révélée lors des évaluations qu'elles échouaient, sans qu'elles en comprennent la cause puisque cet échec n'était pas dû à un « manque de travail ».

S'engager dans un travail de recherche soulève souvent de nouvelles questions. La thèse dont on va prendre connaissance dans les lignes qui suivent poursuit une première recherche dont la question a, elle-aussi, fortuitement émergé de mon mémoire de master. Etudiant les techniques de contrôle de la validité des réponses apportées aux problèmes qu'ils résolvent et auxquelles recourent les élèves dans leur travail mathématiques en classe, j'ai été amenée à me pencher sur la dimension privée de leur travail. Autrement dit sur les diverses facettes de leur travail personnel, notamment sur celui réalisé hors de la classe, lorsqu'ils font leurs devoirs, révisent leurs contrôles.

À titre d'exemple, un premier résultat montrait que les élèves, dès le collège, utilisent l'Internet pour contrôler la justesse de leurs résultats mathématiques, la validité des techniques qu'ils mettent en œuvre, voire pour les étudier après qu'elles ont été enseignées en classe. L'accès désormais généralisé à l'Internet, notamment disponible

dans les foyers des élèves, même si ce n'est pas le cas de tous comme l'a récemment démontré le télétravail scolaire organisé par le MEN pendant la période de pandémie qu'a connue la France au printemps 2020, change la nature de leur travail personnel lorsqu'on la compare à ce qu'il a pu être, ne serait-ce qu'il y a une vingtaine d'années de cela.

Concrètement, revenant à l'étude des mathématiques par un élève s'adonnant à un travail personnel hors de la classe, il lui devient possible et plus aisé qu'à partir d'un manuel au nombre de pages nécessairement fini, d'appréhender en les discriminant ce qu'on a l'habitude de nommer « une classe de problèmes ». Le nombre des problèmes, de leur résolution, la place des commentaires qui leur sont associés, s'il n'est pas infini, est immensément plus grand sur l'Internet que ce que peuvent contenir un manuel ou un cahier de cours ou d'exercices. L'interactivité est possible : soit par l'intermédiaire d'un *chat* sur des sites, soit à distance avec des camarades de classe qui ne sont que virtuellement présents. Autrement dit, en reprenant le vocabulaire de la didactique, il est davantage rendu possible, en circonscrivant les tâches relevant d'un même type de tâches donné, d'accéder et d'évaluer les techniques disponibles pour les résoudre, de choisir les plus adaptées à une tâche spécifique à l'intérieur du même type, de comprendre quelle est la raison de leur efficacité, c'est-à-dire d'accéder aux dimensions technologiques des organisations mathématiques à étudier.

La thèse qui suit s'attache à observer et à décrire le rapport au travail personnel des élèves en mathématiques depuis ce qu'en disent les différents sujets du système, et ce qu'il en est réellement de ce travail. Les méthodologies auxquelles cette recherche fait appel sont multiples, du traitement statistique des questionnaires aux entretiens réalisés auprès de professeurs et d'élèves afin de cerner au mieux un objet à la nature complexe et grandement inexplorée jusqu'alors.

1. Contexte de la thèse – Cadre Général

1.1 L'étude et l'étude autonome

L'objet de cette thèse porte sur la nécessité de s'intéresser aux techniques d'étude que développent les élèves en dehors de la classe, mais pour la classe afin de s'affranchir de leur travail en mathématiques. Que font les élèves lorsqu'ils accomplissent leurs devoirs à la maison en mathématiques ? Comment organisent-ils et conçoivent-ils cette tâche qui relève de la sphère familiale et privée ? Il s'agit de questionner les gestes d'étude que réalisent les élèves hors classe : que ce soit lorsqu'ils se trouvent à la maison ou encore, en permanence dans l'établissement scolaire, dans les « trous d'emploi du temps ». Dans le célèbre dictionnaire dirigé par Ferdinand Buisson se trouve une page dédiée aux devoirs scolaires, rédigée par Adolphe Dangueuger[6]. Il définit les devoirs scolaires comme « tout travail écrit que l'élève doit exécuter comme suite et comme application d'une leçon exposée ou dirigée par le maître. Cet exercice, dont on a longtemps abusé dans les écoles, doit y être maintenu, parce qu'il offre un moyen de provoquer l'effort personnel des enfants tout en assurant le contrôle de l'enseignement reçu » (Buisson, 1911). Ce passage permet de souligner un premier point important. Ces gestes de l'étude spécifiques des devoirs scolaires sont provoqués par le travail en classe – en mathématiques pour ce qui fait l'objet de cette thèse –, et ont pour finalité l'apprentissage dans la classe, car au-delà du nécessaire effort personnel qu'ils sollicitent de la part des élèves, ils permettent un contrôle du maître sur les apprentissages. Ils ne peuvent donc pas être analysés en les déconnectant de celui-ci. On parlera de ce fait de deux systèmes didactiques : l'un principal, qui concerne le travail mathématique réalisé en classe et l'autre, auxiliaire, qui concerne l'étude réalisée par l'élève en dehors de la classe mais dans le but d'accéder à des exigences portées par la classe et de manière moins immédiate, de l'école.

> Le travail personnel des élèves ne peut se réduire aux devoirs à la maison – à moins de considérer que les élèves ne travaillent pas en classe ou dans l'établissement, et commence nécessairement dans la classe. (Thibert, 2016)

Cette étude hors classe est indispensable aux apprentissages aux yeux des inspecteurs, des professeurs mais aussi des parents comme en témoigne un rapport de l'Inspection Générale publié en 2008 et intitulé « Le travail des élèves hors la classe. Etats des lieux et conditions d'efficacité. »[7]

[6] Directeur d'école primaire, auteur de manuels scolaires sur l'enseignement de la grammaire et de la musique, ainsi que de programmes primaires

[7] Le rapport n°2008-086 de l'Inspection Générale de l'Education Nationale sera souvent cité par la suite car il constitue le point d'appui de la circulaire de 2008 sur l'accompagnement à la scolarité, circulaire encore en vigueur aujourd'hui. La commande du ministre en 2008 était de donner des réponses à la question « Faut-il donner des devoirs à la maison ? », en lien avec les inégalités croissantes.

> Les enseignants entendus considèrent que ce travail, donné dans des proportions raisonnables, est indispensable pour la réussite scolaire des élèves et contribue au suivi par les parents de la scolarité de leur enfant ; les parents rencontrés partagent ces points de vue.

L'Inspection poursuit, dans ce même rapport, en mettant en exergue l'indispensable lien entre les familles et l'école.

> La collaboration avec les parents d'élèves est par ailleurs explorée car cet entre-deux entre le temps personnel et familial et le temps scolaire, nourri par le travail pour l'école, constitue un enjeu fondamental dans la co-éducation école-familles.

Au cœur du travail scolaire et dans l'intimité de la sphère privée, ce sont les façons d'étudier des élèves que nous souhaitons interroger. Dans notre propos, il est donc question d'étude et plus particulièrement d'étude autonome.

Arrêtons-nous tout d'abord sur ces termes que sont « étude » et « autonomie ». Le *Trésor de la langue française informatisé (TLFi* : http://atilf.atilf.fr/tlf.htlm) définit le mot « étude » comme étant une « Application méthodique de l'esprit, cherchant à comprendre et à apprendre. » Il donne quelques exemples de ses usages : « Les deux seuls biens que je demande, l'étude et le repos (CONSTANT, Journaux, 1804, p. 159). Toutes les qualités d'études et de savante application de mes anciens maîtres (RENAN, Souv. enf., 1883, p. 370). Normalien, agrégé d'histoire, homme d'étude et de réflexion (BORDEAUX, Fort de Vaux, 1916, p. 142). Il distingue le mot « étude » au singulier et au pluriel. Au singulier il s'agit soit d'un « Effort d'application orienté vers l'acquisition ou l'approfondissement de connaissances Ardeur, goût de l'étude. J'aime ces grandes salles [des bibliothèques] où règne l'étude (GREEN, Journal, 1941, p. 144). Il décrit en particulier un effort de mémoire pour apprendre par cœur. Étude d'une leçon. Ce calme si nécessaire pour l'étude des verbes irréguliers (GIRAUDOUX, Siegfried, 1928, II, 2, p. 77). Au pluriel elles désignent :

> - soit un « ensemble progressif de travaux et d'exercices nécessaires à l'acquisition ou au développement de connaissances générales ou particulières comme la première, deuxième année d'études ; poursuivre ses études ;
> - soit le « temps durant lequel s'effectuent ces travaux. Le jeune homme à peine sorti de ses études, et dont la carrière n'est pas commencée (BOURGET, Sens mort, 1915, p. 217). J'y ai travaillé [à l'Hôtel-Dieu], jadis, au début de mes études (DUHAMEL, Combat ombres, 1939, p. 78).

Le TLFi précise que le terme est aussi employé pour désigner un « travail de recherche, de mise au point d'une question, d'un projet. « Faire, procéder à une étude ; étude(s) poussée(s), préalable(s), en cours ; série d'études ; bureau d'études ». Ainsi le retrouve- t-on dans les expressions du type : « Étude d'un cas, du comportement, de l'évolution, de l'influence de, des questions, des réactions, des rapports, des variations ; étude analytique, comparative, critique, descriptive, expérimentale, méthodique, rationnelle, statistique, systématique »

Nous retiendrons que ce terme fait référence à un effort et un travail méthodique qui relève d'une certaine application en vue d'accéder à de nouvelles connaissances. Son étymologie confirme d'ailleurs cette direction. L'étude est empruntée au latin *studium* qui

signifie application, zèle. Plus tard, dans la première moitié du XIIes. *estudie* signifie « application, soin, zèle » (*Psautier Oxford,* éd. Fr. Michel, xiii, 2); *ca* 1150 « *id.* » par *estuide* (*Thèbes,* éd. G. Raynaud de Lage, 4955). En 1174, le mot étude devient une « application intellectuelle pour apprendre ».

On peut aussi remarquer que l'encyclopédie Wikipédia l'associe à l'enquête. « Une étude est une enquête en sociologie, ethnologie, anthropologie, psychologie, ou aussi enquête par méthodes qualitatives ou méthodes quantitatives en médecine ou encore étude d'intervention ou recherche-action dont l'essai clinique en médecine. »

Le terme *autonomie* est quant à lui, dans son sens premier, assimilé au fait de se gouverner par ses propres lois lorsqu'on le réfère à une nation ou un peuple. Aussi parlera-t-on « d'Autonomie administrative, douanière, économique, fiscale, politique ; de l'autonomie d'une commune, des colonies, des forces ». La recherche étymologique du mot autonomie nous amène en 1596 au « fait de se gouverner d'apr. ses propres lois » (Hulsius, *Dict. françois-alemand et alemand-françois* d'apr. Behrens dans *Z. fr. Spr. Lit.* t. 23, 2e part., p. 12).

En parlant d'une personne, on trouve la définition suivante dans le *TLFi* : « Faculté de se déterminer par soi-même, de choisir, d'agir librement ». Un paragraphe relate un peu plus loin le sens de ce mot dans le domaine pédagogique : « Organisation scolaire telle que les écoliers participent, dans une mesure plus ou moins grande, au choix des matières enseignées et à la discipline générale de l'école, de manière à apprendre à se gouverner eux-mêmes`` (PIÉRON 1963). L'autonomie des écoliers. » On trouve pour synonymes les termes d'indépendance, de souveraineté, ou encore de liberté. Nous verrons que, dans notre travail, ces idées d'indépendance et de liberté ne peuvent, contrairement à ce que considèrent certains de nos contemporains, être découplées d'un assujettissement à l'institution « classe » à partir des règles et normes fixées par le professeur.

1.2 Le travail personnel des élèves tel que le décrit le système éducatif français

Pour permettre l'entrée progressive dans la question, nous commençons par enquêter sur les circulaires, bulletins officiels, ou tout autre document édité par l'éducation nationale visant l'accompagnement des professeurs au niveau du « travail personnel » des élèves. Le mot devoir est défini dans un rapport[8] de 2008 écrit par un groupe d'inspecteurs généraux de l'éducation nationale :

> Le mot « exercice » doit être entendu dans sa définition courante. Le « devoir » se distingue de « l'exercice » en ce que, tandis que celui-ci permet de s'assurer sur le champ si une leçon a été comprise, celui-là permet, en outre, de mesurer l'acquis de l'élève et de contrôler ses qualités de réflexion, d'imagination et de jugement. Il exige de l'enfant un effort personnel et soutenu,

[8] Rapport de l'IGEN n°2008-086 cité précédemment.

une mise en forme et « au propre » utiles à sa formation – à celle de son esprit comme à celle de son caractère. »

On retrouve en France et de manière prégnante le rôle demandé aux professeurs, qui consiste à suivre les devoirs et les accompagner, afin de contrôler et d'évaluer les acquisitions des élèves. Dans ce rapport, sont distingués exercice et devoir. Cependant, le mot exercice n'étant pas précisément défini, mais pris dans sa « définition courante » comme le précise cet extrait, il est difficile d'appréhender cette différence. Il convient néanmoins de dissocier les élèves du primaire et du secondaire. En effet, pour l'enseignement primaire, le travail en dehors de la classe est proscrit depuis 1956.

1.2.1 Les textes officiels dans le premier degré

Les textes officiels relatifs aux devoirs à la maison et à l'école sont nombreux et articulés, à partir des années 1990, aux instructions relatives aux études du soir ou études surveillées. Nous retraçons ici les principaux textes officiels portant sur les devoirs.

> **Circulaire du 29 décembre 1956** : « Aucun devoir écrit, soit obligatoire, soit facultatif, ne sera demandé aux élèves hors de la classe. Cette prescription a un caractère impératif ».
>
> **Circulaire du 28 janvier 1958** : « [...] En ce qui concerne la suppression des devoirs à la maison ou en étude, je vous prie de bien vouloir rappeler à tous les instituteurs de votre département le caractère impératif des prescriptions de ma circulaire du 29 décembre 1956 ».
> **Circulaire n° 64-496 du 17 décembre 1964** : « Je tiens à préciser que l'interdiction formelle de donner des travaux écrits à exécuter hors de la classe s'applique également aux élèves des cours préparatoires et vise, d'une façon plus générale, l'ensemble des élèves de l'école primaire ».
> **Circulaire n° 71-38 du 28 janvier 1971** : « Il reste interdit, dans l'enseignement élémentaire, de donner des travaux écrits à exécuter à la maison ou en étude ».

A partir des années 1990, une inflexion apparaît dans les prescriptions qui avaient cours jusqu'en 1971. Les professeurs peuvent donner des leçons ou du travail oral. On voit alors éclore un foisonnement de dispositifs[9] d'aides aux élèves en dehors des heures de classe et périodes scolaires.

> **1991** : mise en place du dispositif « Ecole ouverte » ; les élèves viennent travailler pendant les vacances, en plus du temps scolaire.
> **1992** : première charte nationale de l'accompagnement à la scolarité (Annexe 3);
> Ce document affirme le droit des élèves à l'accompagnement dans les devoirs, quelle que soit leur origine sociale.

[9] Nous ne détaillons pas ici les différentes modalités de mises en œuvre de tous ces dispositifs. L'objectif est surtout de montrer leur expansion à partir de 1990.

1993 : création des actions éducatives périscolaires (AEPS), destinées aux enfants d'origine étrangère et aux ZEP ;
Circulaire n° 94-226 du 6 septembre 1994 : « [...] Les élèves n'ont pas de devoirs écrits en dehors du temps scolaire. A la sortie de l'école, le travail donné par les maîtres se limite à un travail oral ou à des leçons à apprendre ».
Lettre ministérielle n° 579 du 7 juin 1995 : « [Dans la logique de la mise en œuvre cohérente des études dirigées] la suppression des devoirs à la maison, à l'école élémentaire, trouve sa pleine justification ».
1996 : création des contrats locaux d'accompagnement à la scolarité (CLAS), d'abord réservés aux ZEP et aux zones urbaines sensibles (ZUS) ;
1999 : extension des CLAS à tout le territoire français ; ils font l'objet d'une circulaire interministérielle annuelle d'actualisation ;
2001 : seconde charte nationale de l'accompagnement à la scolarité ; Elle renforce l'idée du droit à l'accompagnement scolaire, partant du constat que les devoirs scolaires renforcent les inégalités. On peut y lire par exemple : « Ainsi, toutes les initiatives qui se donnent pour tâche d'aider les élèves et qui s'appuient sur les ressources de l'environnement, doivent être résolument encouragées. Dans les territoires les plus défavorisés, urbains et ruraux, cela constitue même une priorité. D'ores et déjà, ces initiatives sont nombreuses et diverses. Elles témoignent de l'importante mobilisation des acteurs, qui répondent aux besoins des élèves (Annexe 3).
2006 : mise en place des **programmes de réussite éducative (PRE)** dans le cadre du Plan de cohésion sociale ;
2008 : mise en place des « stages de rattrapage » en primaire.

La circulaire de 2008 « relative à la mise en place de l'accompagnement éducatif à compter de la rentrée 2008 dans les écoles élémentaires de l'éducation prioritaire prévoit qu'il est possible d'apporter aux élèves "une aide au travail scolaire" qui leur permet "d'apprendre leurs leçons ou d'approfondir le travail de la classe" ». Cette circulaire s'appuie sur le rapport rédigé en 2008 par l'Inspection Générale de l'Education Nationale. Elle met en avant la nécessité du travail à la maison, comme complétant le temps scolaire, sous une certaine forme, forme identifiée comme relevant des « bonnes pratiques ». Voici quelques lignes de la conclusion du rapport, page 41 :

> L'inspection générale fait sienne cette conviction qu'une certaine forme de travail en dehors de l'école est utile ; à l'observation du travail et des résultats des élèves, il apparaît en effet que les apprentissages réalisés restent souvent précaires et s'effacent à terme, faute d'une mémorisation, voire d'une automatisation, suffisante. Il est vraisemblable que des activités, courtes mais régulières, visant à entretenir l'une et l'autre, sont indispensables en complément de ce qui doit être réalisé dans le temps scolaire. Mais ce travail complémentaire risquerait de générer ou de renforcer des inégalités s'il devait conduire à ignorer les responsabilités fondamentales qui incombent aux enseignants sur le temps scolaire : c'est en classe que les apprentissages sont structurés, que les entraînements sont effectués et le transfert des acquis organisé de telle façon que les compétences complexes auxquelles l'école doit former soient acquises. Le présent rapport, dans sa troisième partie, développe des propositions très

concrètes concernant la préparation et l'exploitation en classe du travail effectué hors de l'école, en s'appuyant en particulier sur de bonnes pratiques repérées dans les écoles visitées.

En annexe 1 de ce rapport, sont présentés des exemples de « bonnes pratiques ». Ci-dessous la page 53.

APPRENDRE UNE LEÇON

1 – Pour apprendre dans de bonnes conditions

Il faut :

- avoir écouté et participé en classe lors de la leçon,
- l'avoir comprise et copiée correctement,
- connaître le sens des mots utilisés,
- être dans le calme et le silence pour pouvoir se concentrer,
- être bien installé, dans un endroit suffisamment éclairé,
- avoir le matériel nécessaire à disposition (feuille, cahier, crayon...).

2 – Comment faire pour apprendre ?

Une poésie ne s'apprend pas de la même façon qu'une leçon d'histoire ou de mathématiques.

Il faut commencer par repérer :

- ce qui est à savoir par cœur,
- les idées générales de la leçon.



Il y a différentes méthodes pour apprendre :

-
  - lire plusieurs fois à voix haute ou dans sa tête la leçon,
  - cacher des parties du texte et les deviner,
  - se poser des questions sur ce que l'on a lu,
  - recopier plusieurs fois certains passages ou simplement les informations importantes,
  - mémoriser lignes par lignes ou paragraphes par paragraphes,
  - fermer les yeux et revoir la leçon.

Figure 1 Extrait des bonnes pratiques du rapport n° 2008-086,2008, p.53

Cet extrait est celui d'une fiche exposant des méthodes générales, applicables à toute discipline, qui se veut aider les élèves à étudier. Elle soulève de nombreuses questions, et n'est pas exempte de contradictions. Nous détaillons ci-après l'ensemble des interrogations qu'elle suscite. Dans le premier paragraphe, on reconnaît l'énonciation de conditions favorables à l'étude : être dans un endroit calme, être bien installé, être dans un endroit suffisamment éclairé, disposer de matériel, avoir copié la leçon correctement, ce dernier point présupposant que la trace écrite est lisible et juste. Quant aux trois premiers tirets ils évoquent des éléments différents :

- « Avoir écouté et participé en classe lors de la leçon » sous-entend une vision de l'apprentissage de type ostensif, où il faut écouter le professeur en position magistrale et qui montre les objets de savoirs.

- « L'avoir comprise » ; cette phrase générale ne donne aucun éclairage sur ce qu'est « comprendre » ni comment comprendre.

- La phrase « Connaître le sens des mots utilisés » invite l'élève à repérer des mots de vocabulaire qu'il ne connaît pas. Cependant, que faire s'il ne les connaît pas ? Faut-il aller les chercher sur Internet, dans un dictionnaire ? L'institution scolaire a-t-elle pris en charge l'enseignement de ce type de recherches ?

Le deuxième paragraphe de cette fiche peut se laisser décomposer en deux parties :

Une poésie ne s'apprend pas de la même façon qu'une leçon d'histoire ou de mathématiques.
Il faut commencer par repérer :
- ce qui est à savoir par cœur,
- les idées générales de la leçon.



- Dans la première partie, la première phrase met en évidence le fait désormais bien établi que les formes de l'apprentissage ne sont pas universelles mais dépendantes des savoirs en jeu. Cette affirmation apparaît contradictoire avec l'existence même de cette fiche qui indique à l'élève comment apprendre une leçon… de manière générale. De plus, sa rédaction est étonnante car il semble qu'il faille la comprendre de manière inverse de son énonciation lorsqu'on la rapproche des deux prescriptions qui suivent. Ne serait-ce pas plutôt : « on n'apprend pas une leçon d'histoire ou de mathématiques comme une poésie, il faut commencer par repérer… » ?

- La phrase qui suit sous-entend que certains éléments sont à connaître par cœur et d'autres non. Quels sont-ils et comment les repérer ?

- Elle nous indique aussi qu'il faut dégager les idées générales de la leçon, mais comment faire ? Comment extraire l'essentiel d'une leçon ? Les réponses à ces questions sont manquantes.

Il y a différentes méthodes pour apprendre :
-
- lire plusieurs fois à voix haute ou dans sa tête la leçon,
- cacher des parties du texte et les deviner,
- se poser des questions sur ce que l'on a lu,
- recopier plusieurs fois certains passages ou simplement les informations importantes,
- mémoriser lignes par lignes ou paragraphes par paragraphes,
- fermer les yeux et revoir la leçon.

La deuxième partie, laisse apparaître quelques techniques d'étude :

- relire plusieurs fois à voix haute la leçon

- recopier plusieurs fois

La vision de l'apprentissage sous-tendue par ce passage de la fiche semble se rapprocher d'une forme peu éloignée du conditionnement : pour apprendre, il faut répéter, relire

plusieurs fois les leçons. Pointe ainsi une perception de l'apprentissage où la « tête vide » se remplit pour devenir « tête pleine ». De même, l'expression « cacher des parties du texte et les deviner » interroge. Quelles parties du texte cacher ? N'importe lesquelles ? Comment faire pour ensuite les deviner ? « Mémoriser ligne par ligne ou paragraphes par paragraphes » renvoie à l'idée d'un apprentissage progressif, un apprentissage par « petites marches », proche d'une vision qui relève de la pédagogie par objectifs. A travers l'énoncé de techniques identifiées comme « méthodes pour apprendre » transparaît une technologie implicite faite d'un mélange de modèles transmissifs et de modèles comportementalistes de l'apprentissage.

Cette partie qui expose des méthodes génériques apparaît contradictoire avec l'idée exposée précédemment qui indiquait qu'une leçon d'histoire ou de mathématiques ne s'apprend pas comme une poésie. Le choix des diverses « méthodes pour apprendre » semble être laissé à chacun, ce que sous-entend l'en-tête « il y a différentes méthodes pour apprendre ». L'expression « Fermer les yeux et revoir la leçon » semble renvoyer aux premières phrases de la fiche, aux conditions de l'étude plus qu'à l'étude elle-même. On ferme les yeux pour être au calme et ne subir aucune distraction.

Une phrase dénote dans la liste des méthodes et semble incomplète : « se poser des questions sur ce qu'on a lu ». Quels types de questions ? Va-t-on rechercher des réponses à ces questions ou se pose-t-on uniquement des questions ? On peut conclure que cette fiche, « apprendre une leçon », décrit les conditions de l'étude plus que l'étude elle-même. Les conseils prodigués relativement à l'apprentissage sont ancrés dans une vision ostensive de l'enseignement et soulèvent plus de questions qu'ils n'en résolvent.

Si dans le rapport, aucune réserve ne paraît émise par l'Inspection Générale qui affirme pouvoir distinguer les bonnes des mauvaises pratiques en termes de devoirs à la maison, il semble cependant, dans sa conclusion, que la situation et les idées des acteurs de terrain ne soient pas si claires puisqu'on appelle à une réflexion partagée. On peut y lire page 41 :

> Le besoin de clarification de la réglementation en matière de « devoirs à la maison » et de dispositifs complémentaires à l'action de l'école, les besoins de formation et d'évaluation, les nécessaires évolutions de l'organisation de la cohérence éducative (cohérence et progressivité des attentes en matière de travail pour l'école en dehors de l'école au sein des équipes pédagogiques, convergence des actions familiales, scolaires et complémentaires en faveur de la réussite scolaire) engagent tous les acteurs concernés aux divers niveaux (national, départemental, communal et localement dans chaque école) dans une réflexion partagée et devraient aboutir à des prises de décision harmonisées.

De nos jours, la circulaire de 2008 reste en vigueur pour les dispositifs dits « d'aide aux devoirs et aux leçons »[10] dans lesquels les élèves peuvent approfondir le travail fait en classe, réalisent les devoirs demandés par les enseignants, et peuvent trouver une aide, si nécessaire.

[10] https://www.education.gouv.fr/cid5677/accompagnement-educatif.html

On observe, pour le premier degré, une montée en puissance des dispositifs d'aide des élèves, en partant du même constat de départ : les élèves sont inégaux devant les tâches scolaires à réaliser à la maison. Les textes se multiplient concernant les aides et l'accompagnement des devoirs, explicitant leurs conditions (nombre d'heures, volontariat, lieux, personnels encadrants), mais on ne trouve pas de détails, ni sur les contenus du travail à la maison, ni sur les gestes de l'étude.

1.2.2 Les textes officiels dans le second degré

Pour ce qui est des élèves du second degré, la situation est différente : est demandé de manière forte un travail scolaire à la maison. Les professeurs sollicitent quotidiennement leurs élèves pour du travail personnel hors classe car les devoirs à la maison font l'objet d'une attention toute particulière. Selon la circulaire de 1951 :

> Le conseil de classe doit établir « un plan de travail des élèves en dehors de la classe » pour fixer « le nombre et l'importance des leçons (…), le nombre et l'importance des devoirs, les méthodes qui conduiront à leur assurer la plus grande efficacité ». Mais au-delà du fait que l'emploi du temps est quasi inexistant, il reste de surcroît bien souvent à l'état formel et est rarement adapté aux remarques des parents (Glasman & Besson, 2004).

Dans la circulaire du 3 mai 1961(annexe 2), concernant la gestion du cahier de textes, les professeurs doivent donner des leçons, des exercices de contrôle, des travaux de toute nature. Chacun de ces exercices sera accompagné de questionnaires, plans d'étude, directives, indications de lectures données par le professeur. Ces devoirs doivent soigneusement être présentés sur le cahier de texte de la classe : mis en page, mis en valeur par des lettres capitales, soulignés, datés et numérotés. Ils doivent être accompagnés de référence et d'indication permettant à celui qui étudie d'avoir une idée de leur objet, de leur nature et de leur étendue.

> Les séances de travail et de travaux scientifiques expérimentaux définis par la circulaire du 23 septembre 1960 (BO n° 26 du 6 octobre 1960) feront l'objet d'une mention particulière comportant l'indication des exercices auxquels elles auront donné lieu. Des cahiers de textes annexes, ne comportant qu'un nombre de pages réduit, seront prévus pour les disciplines qui, comme les langues vivantes, séparent temporairement des groupes d'élèves du groupe principal. Le cahier de textes portera, soigneusement distingués dans leur présentation (mise en page, emploi de capitales, soulignement), les textes et indications de devoirs, leçons, préparations, exercices de contrôle, travaux de toute nature. Chacun de ces exercices sera accompagné des questionnaires, plans d'étude, directives, indications de lectures données par le professeur. Il serait souhaitable que les devoirs proprement dits, tels qu'ils sont définis par la circulaire du 3 mai 1961 fussent affectés d'un numéro d'ordre. Ils porteront, outre la date du jour où ils sont donnés, l'indication du jour où ils doivent être présentés ou remis par l'élève et de la date de la séance au cours de laquelle se feront normalement leur restitution et leur correction. Les textes de devoirs et de compositions (manuscrits, reproduits au duplicateur ou imprimés) figureront au cahier de textes in extenso. Il en sera de même du texte des exercices lorsque ceux-ci ne figureront au cahier de textes in extenso. […] Exemples. – Géométrie : position relative de deux cercles.

L'une des difficultés rencontrées par les enseignants réside dans le fait qu'ils peuvent imaginer, penser, évaluer ce travail mais ne peuvent l'observer puisqu'il relève de la

sphère privée. La note du 27 mars 1997 (reprise en 2011) de l'Inspection Générale de l'Education nationale, intitulée « Les travaux écrits des élèves en mathématiques au collège et au lycée », nous renseigne sur les objectifs concernant les mathématiques. Tout d'abord au collège, on peut lire :

> Le travail personnel des élèves en classe, en études ou à la maison est essentiel à leur formation. Il a des fonctions diversifiées :
> ・la résolution d'exercices d'entraînement, combinée avec l'étude du cours, permet aux élèves d'affermir leurs connaissances de base et de les mettre en œuvre sur des exemples simples ;
> ・les travaux individuels de rédaction sont nécessaires au développement des capacités d'expression écrite et de la maîtrise de la langue ;

Pour le lycée, les textes mentionnent :

> - Les travaux proposés en dehors du temps d'enseignement, à la maison ou au lycée, jouent un rôle primordial ; ils ont des fonctions diversifiées :
> - La résolution d'exercices d'entraînement, combinée avec l'étude du cours, permet aux élèves d'affermir leurs connaissances de base et d'évaluer leur capacité à les mettre en œuvre sur des exemples simples ;
> - L'étude de situations plus complexes, sous forme de préparation d'activités en classe ou de problèmes à résoudre et à rédiger, alimente le travail de recherche, individuel ou en équipe, et permet aux élèves d'évaluer leur capacité à mobiliser leurs connaissances dans des secteurs variés ;
> - Les travaux individuels de rédaction (solution d'un problème, mise au point d'exercices étudiés en classe, rapport de synthèse sur un thème d'étude, analyse critique d'un texte…) visent essentiellement à développer les capacités de mise au point d'un raisonnement et d'expression écrite ; vu l'importance de ces objectifs, ces travaux de rédaction doivent être fréquents, mais leur longueur doit rester raisonnable ;
> - Les exercices d'entraînement, dont la résolution, en étude ou à la maison, est assortie d'une rédaction sur un cahier spécialisé et d'une correction au tableau, font partie intégrante de l'apprentissage. En tant que tels, ils doivent, en règle générale, accompagner toutes les séances de mathématiques ;
> - Les travaux individuels de rédaction (et notamment les « devoirs a la maison »), dont les fonctions sont multiples […] peuvent et doivent prendre des formes variées (résolution individuelle ou en petits groupes, d'un problème comportant éventuellement des questions ouvertes et aboutissant à une rédaction individuelle, compte rendu et synthèse d'une séance de travaux dirigés, recherche d'exemples, constitution d'un dossier sur un thème donne, mise au point et rédaction de solutions d'exercices dont l'étude a été engagée en classe,...)

Il existe peu de documents sur le travail personnel des élèves pour le second degré. Les textes officiels insistent sur l'aspect primordial des devoirs et sur leur diversité : ils contribuent à l'apprentissage. Par comparaison à ceux concernant le premier degré, ils sont plus précis quant aux contenus. Il peut s'agir d'exercices d'entraînement, d'un travail sur la technique appuyé par le cours, ou de travaux de rédaction dans l'objectif de la maîtrise de la langue française. Au lycée, une dimension réflexive est ajoutée : celle de l'étude de situations plus complexes, de problèmes à résoudre, de rapports de synthèse, d'analyse critique. Au lycée un cahier spécialisé est même préconisé. Cependant rien n'est dit sur les gestes de l'étude que les élèves doivent accomplir. A la lecture de ces documents, il semblerait qu'étudier relève d'une évidence qui ne nécessite aucune

interrogation. De manière similaire à l'école primaire, un grand nombre de dispositifs d'aide à l'étude des élèves naissent et disparaissent pour laisser place à d'autres. On peut citer par exemple le dispositif ATP (2006), Aide au Travail Personnel en 6e, qui marque un tournant dans les dispositifs d'aides à l'étude

> L'objectif n'est pas nouveau, mais il a cette fois une dimension originale : la reconnaissance de la fonction d'*aide* aux élèves et d'*accompagnement* à la scolarité dans le calcul du temps de service des professeurs concernés. La fonction des « professeurs référents » impliqués dans un projet « ambition réussite », se partage même entre un service d'enseignement, des interventions pédagogiques effectuées devant des élèves (PPRE, groupes de besoins, aide au travail personnel ou ATP, accompagnement pédagogique des élèves en rupture, etc.), et des fonctions d'animation (liaison avec les écoles du réseau, aide à la coordination des différents dispositifs, aide et conseils aux professeurs demandeurs, accompagnement des néo-titulaires) (Assude, Félix, Leroy, Matheron, Mercier, 2010).

Rentrée 2017, le ministre de l'éducation met en place un nouveau dispositif d'accompagnement scolaire remplaçant l'ancien : le programme « devoirs faits » au collège. Il justifie sa mise en œuvre : « Il peut y avoir des devoirs ; ils doivent pouvoir être faits, gratuitement et si les familles en formulent la demande, au sein de l'établissement grâce à un temps d'études accompagné. »

1.2.3 Le dispositif « devoirs faits » au collège

L'intérêt porté à la dimension d'étude des élèves est institutionnellement croissant. Depuis novembre 2017, un dispositif appelé « devoirs faits » a été mis en place au niveau des collèges. L'objectif de ce dispositif est d'organiser un temps dédié aux devoirs et au travail personnel à l'intérieur de l'établissement pour chaque élève qui en aurait besoin, en dehors des heures de classe. Il est organisé sur des horaires appropriés, qui ne sont pas obligatoirement en fin de journée, à raison d'un volume horaire fixé par l'établissement. L'objectif est de faire bénéficier les collégiens d'une aide afin de rentrer chez eux "Devoirs faits". Ce dispositif est conçu, selon le BO de novembre 2017, de façon à « contribuer à la réduction des inégalités qui peuvent exister selon le niveau d'aide que les familles sont à même d'apporter aux enfants. »

Cette aide s'adresse à tous les collégiens qui sont volontaires et sont réalisés par les professeurs et professeurs documentalistes, les conseillers principaux d'éducation (CPE), les assistants d'éducation (surveillants), des associations agréées qui interviennent dans le domaine de l'aide aux devoirs, des volontaires du service civique. La proportion d'élèves inscrits dans ce dispositif dépend de chaque établissement, en fonction des besoins et des moyens financiers dont il dispose. Les collégiens peuvent avoir été invités à y participer par les équipes éducatives qui en font alors la proposition aux élèves et à leurs familles. L'objectif de cette aide est de construire « un moment privilégié pour que l'élève donne du sens à son travail personnel**. »** Ainsi s'agit-il de questionner les démarches proposées, d'interroger ses propres méthodes, de mettre à l'essai ce que l'élève a compris, de réinvestir les apprentissages tout en bénéficiant, au besoin, de

l'accompagnement de professionnels aptes à lui apporter toute l'aide nécessaire. Elle doit permettre de favoriser l'autonomie des élèves :

> A certains moments, les élèves organisent leur travail : activité, support, thématique, etc, toujours en lien avec les apprentissages effectués en classe. Les objectifs d'apprentissage sont explicités et du sens est donné à leur travail. L'élève est aidé à formaliser les enjeux du travail à faire : que comprend-il de ce qu'il doit faire après lecture de la consigne ? Que doit-il avoir réalisé une fois le travail fini ? L'élève prend conscience de la manière dont il travaille, dont il mémorise, dont il organise sa pensée, dont il peut envisager différentes stratégies pour surmonter une difficulté, incluant la prise en compte de ses progrès et ses erreurs, pour mieux franchir les étapes d'apprentissage. La coopération est encouragée entre élèves : petits groupes, tutorat d'élèves, etc. [11]

Cependant les textes s'accordent à dire que ces heures ne sont pas suffisantes à réaliser l'ensemble du travail personnel demandé à un collégien et qu'il convient à l'élève de prolonger l'ensemble de ce travail à la maison. L'élève doit repartir chez lui « en sachant ce qu'il lui reste à réaliser. » Ainsi, le site internet du MEN[12] précise :

> L'élève peut en autonomie décider du travail qu'il se sent capable de mener à bien chez lui et de ce qu'il préfère faire dans le cadre de Devoirs faits. Sinon, il peut être spécifiquement accompagné sur ce point. Les devoirs à faire sont priorisés, le calendrier n'est pas toujours le critère à privilégier. En effet, la priorité peut notamment être donnée à un travail jugé plus difficile (leçon non comprise, difficulté à mémoriser une leçon, etc.). Une attention est portée à la liaison entre Devoirs faits et les familles, de manière à les informer de ce qui est réalisé et de s'assurer de la coordination avec ce qui sera ensuite éventuellement réalisé par l'élève sous la supervision de sa famille. Le suivi des apprentissages de l'élève par sa famille demeure indispensable.

Pour l'année scolaire 2019, l'Education Nationale entend renforcer ce dispositif en le proposant pour une durée de quatre heures par semaine dans chaque collège. Tous les élèves ne sont pas concernés. Ainsi pour ceux qui ne sont pas volontaires, les devoirs sont totalement pris en charge par les familles de manière privée.

Le Centre National d'Enseignement à Distance (Cned) a créé en octobre 2018 un outil numérique qui propose une aide instantanée pour les savoirs et compétences du collège ainsi qu'un « appui méthodologique » permettant aux élèves de gagner en autonomie dans la réalisation de leurs devoirs. Ces éléments intentionnels indiquent à quel point l'institution est soucieuse de développer des moyens et de stratégies qui aideraient les élèves de collège et encourageraient l'autonomie dans le travail personnel. Il s'agit d'une priorité du ministère de l'éducation nationale depuis 2017. Les élèves doivent rentrer chez eux en ayant acquis des méthodes de travail et des techniques pour devenir autonomes. Cependant les textes officiels ne donnent pas plus de précisions sur ce qu'il conviendrait de faire et sur la description de ces « méthodes ».

---

[11] Sur le site education.gouv à l'adresse https://www.education.gouv.fr/cid118686/devoirs-faits-un-temps-d-etude-accompagnee-pour-realiser-les-devoirs.html

[12] Même adresse que la note 11.

On peut aisément comprendre que ces injonctions, adressées aux intervenants du dispositif, ne sont pas explicitées parce qu'elles ne sont pas aussi claires qu'elles paraissent. Il existe une certaine opacité autour du travail personnel. Quels sont les gestes didactiques que doivent réaliser les intervenants dans le dispositif « devoirs faits » ? Autrement dit, quels sont les types de tâches et les techniques associées pour gérer le dispositif « devoirs faits » et accompagner les élèves ?

De telles indications ne sont pas fournies et les professeurs agissent alors comme ils pensent être le plus approprié. Il apparaît sous-entendu par les auteurs du dispositif créé au niveau du ministère, que professeurs et personnels accompagnants savent occuper la position que leur désignent les textes ; cela même si ces textes se gardent bien de préciser quelle est la part de gestion du dispositif relative à la position qu'ils ont à occuper. Dans les actes du deuxième colloque international sur la Théorie Anthropologique du Didactique (CITAD II), Félix, Assude, Matheron, Leroy & Mercier (2010) présentent trois extraits du dispositif ATP, Aide au Travail Personnel, développé en 2006 en classe de 6e. Les auteurs analysent trois épisodes issus d'observations du fonctionnement du dispositif, à partir desquels ils relèvent les difficultés des professeurs dans sa mise en œuvre. De leurs observations ils tirent l'identification de trois postures différentes pour l'occupation de la position désignée comme devant être occupée par l'enseignant lors des séances d'aide. Autrement dit et faute de mieux, trois types de gestes caractéristiques d'une conversion, au sein du dispositif, d'assujettissements extérieurs relatifs à la position d'aidant ou d'accompagnant dans divers types d'institutions.

La première position est celle d'*éducateur* : « [Il] va chercher à développer l'autonomie des élèves dans l'étude au prix du renoncement à les aider jusque dans le travail disciplinaire ». La deuxième est celle d'*enseignant* : [Il]use pour l'ATP des techniques propres au soutien scolaire ou aux cours particuliers. » La troisième consiste à prendre une position de *parent* :

> [Il] veille à ce que le travail de ses enfants soit fait et les leçons apprises […] La forme du dernier type, parent, est si pauvre, incorporée dans un système de pratiques naturalisé, qu'il est impossible au professeur qui le met en œuvre de la retravailler. L'ensemble ne permet pas le débat entre les professeurs et c'est sans doute le plus grave. Car dans la mesure où chacun peut légitimement rester sur ses positions, toutes naturelles et donc inquestionnables, le travail de construction d'un ensemble technique que conduit le professeur référent est voué à demeurer une curiosité, son caprice personnel. Le problème est d'autant plus délicat qu'il est plus aisé de négocier, entre professeurs, élèves, parents et établissement, une forme contractuelle d'interaction socialement reconnaissable comme réponse estampillée : l'action conjointe en sera facilitée. (Assude, Félix, Leroy, Matheron, Mercier, 2010)

En l'absence d'indications institutionnelles, les intervenants prennent inconsciemment des positions qui proviennent d'autres assujettissements.

1.2.4 Conclusion

La préoccupation à l'endroit des inégalités engendrées par les devoirs à la maison conduit le MEN à préconiser, plutôt qu'une externalisation, une internalisation du travail de l'élève auparavant désigné à faire « à la maison », mais qui reste hors la classe, à partir de l'aménagement d'espaces dans les établissements scolaires et de temps dédiés au travail personnel. Le dispositif « devoirs faits » créé en 2017 en est le signe. Tout se passe aux yeux de l'institution comme si les positions occupées au sein du dispositif par les élèves au travail et les aidants, allaient de soi. Tous, y compris les personnes extérieures au monde de l'éducation, par exemple les personnes devant effectuer des services civiques ou les retraités, doivent aider à étudier et transmettre aux élèves de « bonnes méthodes » de travail. Mais la question demeure de savoir quelles sont ces méthodes à transmettre, qui semblent si évidentes qu'elles ne font pas l'objet de précisions dans les documents officiels émanant du MEN ? Donner des devoirs « à la maison » après la journée de classe est une pratique répandue, ancienne et encouragée par l'ensemble des acteurs du système éducatif. Sans doute un enseignant qui ne donnerait jamais de devoir à la maison peut essuyer des reproches de la part des parents. Inversement, un professeur qui en donnerait trop serait aussi l'objet de reproches d'une autre nature de la part des familles. La partie d'un contrat en vigueur dans la société française, et que l'on pourrait qualifier de didactique et d'externe à la classe, apparaît contenir une clause stipulant qu'un professeur doit donner des devoirs et que quantité et difficulté doivent être raisonnables ; ce dernier terme, volontairement flou et soumis à variations, renvoyant à un fort implicite, restant à éclaircir. C'est ce que notent depuis la sociologie de l'éducation Glasman & Besson (2004) :

> Ainsi, il existe de nombreux malentendus entre les attentes des professeurs qui ne sont pas clairement définies et ce qu'en comprennent certains élèves faibles. Les finalités sont nombreuses et peuvent être parfois contradictoires. Chaque élève, chaque parent, chaque professeur en donne une interprétation bien à lui. [..] Les devoirs relèvent grandement de l'implicite et mettent en difficulté les élèves qui ne savent pas comment s'y prendre pour apprendre une leçon. « *L'apprentissage de la leçon est une commande implicite en début d'année que les professeurs ne réitèrent que rarement par la suite [...]. Il existe un véritable "flou"autour de l'expression "apprendre une leçon", dont le sens et la méthodologie ne vont pas de soi pour les élèves* »

Ainsi que Meirieu (2013), depuis les sciences de l'éducation :

> Et il y a aussi une forme très spécifique de l'école française d'hégémonie de la note et de l'évaluation. Le travail à la maison est utilisé pour noter et classer dans une école qui note et classe beaucoup trop, en particulier quand on se compare aux autres écoles européennes qui ont de meilleurs résultats et qui ne passent pas leur temps à noter.

Plusieurs logiques à l'œuvre sont évoquées pour expliquer cette clause contractuelle passée entre la société et son Ecole et concernant le travail personnel « à la maison », ou encore la nécessité de « faire ses devoirs » ; cette dernière formulation n'étant pas exempte d'une interprétation moraliste. Premièrement, des logiques affectives et d'élévation sociale : les parents, notamment dans les milieux populaires, voient en leurs

enfants une possibilité de réussite, d'où l'importance d'étudier pour l'école. Deuxièmement, des logiques sociales : il s'agit de se mettre en règle vis-à-vis de l'école, quitte à négocier le travail à faire. Troisièmement, l'acquisition d'une autonomie lorsqu'adulte, il aura fallu apprendre à se passer de l'école : les devoirs à la maison nécessitent d'étudier et donc d'acquérir des techniques d'étude autonome, qui ne sont pas travaillées dans le cadre de la classe.

Il faut donc envisager d'autres pistes que la démission des parents pour expliquer un travail à la maison qui ne soit pas à la hauteur des exigences de certains professeurs. Apprendre une leçon, réviser un contrôle ou préparer un exposé ne vont pas de soi et nécessitent un réel apprentissage, alors que bien souvent celui-ci n'est pas questionné ni travaillé. La pédagogie mise en place, souvent inspirée d'un modèle transmissif, « suppose déjà construites des capacités dont on se contente de déplorer l'absence » (Thibert, 2016).

En l'absence de données provenant des textes institutionnels, nous nous tournons vers les professeurs : comment font-ils et que font-ils en l'absence d'injonctions institutionnelles pour organiser, voire penser, le travail personnel de leurs élèves hors classe ? Notre enquête étant dédiée aux mathématiques, les questions posées sont uniquement relatives au travail dans cette discipline.

1.3 Les représentations sociales de l'étude des mathématiques et de l'étude autonome

En l'absence de techniques dont la mise en œuvre serait fournie par les textes officiels, nous nous tournons vers les acteurs du système éducatif chargés de donner ou d'organiser le travail personnel hors classe afin de recueillir ce qu'ils en disent et en pensent. Nous cherchons à travers les professeurs, surveillants et intervenants à l'aide aux devoirs à savoir comment ils envisagent les gestes de l'étude des mathématiques et de l'étude autonome.

1.3.1 Le point de vue de quelques professeurs

Au cours d'entretiens auprès de professeurs du secondaire (Annexe 4) nous avons pu recueillir et appréhender certaines des représentations de l'étude et du travail autonome chez les enseignants. Selon les disponibilités de chacun et la proximité géographique, les questions ont pu être données par écrit à certains, appelant alors un retour par mail de leur part. Deux questions ont été posées :

- « Un japonais arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Il te demande ce qu'il faut faire pour étudier sérieusement à la maison en mathématiques. Que lui réponds-tu ? »
- Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… Compléter.

L'objectif principal assigné à ces deux questions consiste à amener l'enseignant à qui elles sont adressées à s'exprimer sur son rapport aux techniques de l'étude et du travail personnel autonome en mathématiques. Il ne s'agit pas d'une étude exhaustive mais d'une approche clinique, dans laquelle on recueille des traces, des symptômes de certaines techniques et technologies, souvent des représentations sociales, qui ont cours dans l'institution scolaire, depuis la position d'enseignant. Quelques extraits de réponses à la première question sont exposés ci-dessous.

Enseignant 1

> *Grand blanc…. Souffle plusieurs fois.*
> Il faut analyser la situation, comprendre de quoi on parle, avant de savoir quel outil mathématique on va utiliser. Oui, savoir de quoi on parle. Faire le point sur ce qui est connu et ensuite voir quels outils utiliser. Se faire une boîte à outils, les techniques à utiliser (trigo, Pythagore etc). Voir l'outil comme réponse pas comme but final. Avancer dans ma situation.

L'enseignant 2 est une enseignante de Sciences Physiques reconvertie en mathématiques depuis quelques années. Autrefois en lycée, elle enseigne actuellement dans un collège de la banlieue Nord de Clermont-Ferrand, considéré comme collège en zone sensible.

Enseignant 2

Grand blanc ….aie aie aie….bafouille…réponses inaudibles…

J'ai la même chose mais avec des Syriens. Et qu'est-ce que je leur dis ? ...*Blanc…*Ben rien !

Je les fais asseoir à côté d'autres et les autres les aident à comprendre. C'est compliqué. Avant j'aurais dit aller chercher des infos partout, mais maintenant non. Le système français est bien fait, il faut savoir faire quelque chose avec ce que l'on a appris. C 'est compliqué. *Elle souffle.* Savoir faire à partir des connaissances apportées et se confronter à des exercices.

Pourquoi ce changement d'opinion entre avant et maintenant ? Qu'est ce qui t'a fait changer d'avis ? Le public ?

Avant j'étais en lycée et pas au collège ! C'est le passage du lycée au collège, j'accompagne davantage. Les élèves se reposent sur moi complètement. Suis l'enseignant et va là où il veut t'emmener. Avant j'avais des élèves qui disaient j'ai essayé cet exo et ça marche pas, comment on fait ? Maintenant j'ai jamais ça ! J'avais toujours des élèves qui venaient me voir pour me demander comment on fait tel exercice parce qu'ils avaient cherché des exercices en plus qu'ils n'arrivaient pas à résoudre. En collège je ne l'ai plus, cela n'existe pas ! Il faut savoir faire ce qui a été enseigné. On n'est pas obligé de confronter.

Enseignant 3

Ah eh ben … blanc là je sèche un peu. Un élève qui comprend la langue française mais qui n'a pas fait de maths en France. S'il est attentif et s'il s'implique, s'il essaie ça va aller je sais pas pourquoi je devrais lui donner des conseils. Si vraiment il est sérieux, s'il fait tout ce qu'il peut, ben, quand c'est pas clair je peux l'aider. Euh franchement j'en sais rien.

Enseignant 4

Alors …euh…se concentrer sur les exercices qui lui ont le plus plu. Se donner deux ou trois exemples plus la leçon et euh … savoir les refaire quitte à les refaire 10 fois.

Enseignant 5

> Blanc … je lui dirais s'intégrer au mieux dans les recherches en classe. A la maison être plus solide en techniques pour travailler les points techniques et être mieux armé pour des situations nouvelles. Oui enfin…euh voilà.

Les réponses qui suivent ont été fournies par écrit de la part des enseignants interrogés.

Enseignant 6 : « J'attends qu'il reprenne ce qui est fait en classe de façon systématique. L'exercice écrit est là pour inciter à relire, reprendre le travail accompli en classe. »
Enseignant 7 : « Mettre à distance, mesurer l'acquisition de ses techniques. »
Enseignant 8 : « Connaître un minimum de vocabulaire. Faire les exercices régulièrement (les devoirs maison sont courts mais donnés régulièrement). Réviser avant les devoirs. Refaire et savoir faire les exercices vus. »
Enseignant 9 : « Apprendre le cours. S'entraîner à faire les exercices simples et classiques pour ensuite essayer de faire les plus durs. »

A partir de ces quelques entretiens, on peut s'apercevoir que la majorité des professeurs sont déconcertés face à la question. Ils soufflent, réfléchissent, hésitent, montrent un certain désarroi. L'enseignant 3 essaie même d'éviter la question en insinuant que cela ne fait pas partie de sa part de responsabilité. Ce qui est très révélateur car, avec la réaction de l'enseignant 3, nous touchons du doigt le cœur du problème. Les enseignants interrogés sont décontenancés car ils ne sont pas amenés à se confronter à la question. Ce qui est avant tout recherché par les professeurs, ce qui constitue l'une des parties les plus importantes attachées à leur fonction, consiste à évaluer le rapport personnel des élèves aux organisations de savoir qu'ils ont enseignées ; peu importe les techniques d'étude que les élèves utilisent hors classe pour construire ce rapport. Et cela, bien que le travail à la maison, hors classe, constitue une tâche commune, régulière et importante de l'activité scolaire d'étude. Bien que chaque enseignant possède une certaine perception de ce qui doit se jouer dans la classe, une partie de ce qu'il énonce correspond à des convictions qui, sans doute inconsciemment, proviennent de l'environnement social et culturel ; soit ce qu'on peut rapidement désigner de « représentation sociale ». Le recours à ce terme obéit ici à une commodité de désignation, sans que l'on approfondisse l'usage du concept utilisé depuis Durkheim et qui appartient désormais au champ de la psychologie sociale.

Le tableau suivant met en exergue ces différentes « représentations ». On y relève la phrase ou l'expression issue des propos de l'enseignant permettant une interprétation de la représentation de l'étude qu'elle suggère.

	Représentation de l'étude	Citation	Enseignant numéro
Dimension individuelle de l'étude	Attention - écoute-concentration	s'il est attentif	3
	Répétition	Refaire ce qui est fait de façon systématique	6
	Travail technique - s'entraîner	Quel outil, Techniques Savoir faire, exercices Techniques Techniques Exercices Exercices simples classiques	1 2 5 7 8 9
	Progression dans le temps – du simple au compliqué	Etre mieux armé pour des situations nouvelles Mesurer l'acquisition Régulièrement Pour ensuite	5 7 8 9
	Goût- effort-motivation	Il s'implique il essaie Les exercices qui lui ont le plus plu Refaire jusqu'à	3 4 9
Dimension collective de l'étude		Les faire asseoir à côté des autres	2

Dans le discours des enseignants se détache majoritairement une représentation de l'étude et donc de l'apprentissage des mathématiques comme un phénomène individuel. On peut identifier cinq facettes de cette dimension individuelle de l'étude :

- L'attention, de l'écoute

Cette façon d'appréhender l'enseignement des mathématiques résulte de l'apprentissage par imitation, « en s'imbibant ». Ici, le rôle de l'enseignant est d'expliquer, de montrer les savoirs. S'exprime ici une adhésion au paradigme de la visite des œuvres. [13] A l'opposé, on trouve la représentation de l'enseignant qui organise les activités des élèves autour de questions, de problèmes, où les élèves apprennent grâce à une dynamique de questions et d'étude.

[13] Yves Chevallard (2002) in Organiser l'étude. 3. Ecologie & régulation, Cours donné à la *XI^e école d'été de didactique des mathématiques* (Corps, 21-30 août 2001). Paru dans les actes correspondants, La Pensée Sauvage, Grenoble, p. 41-56.

- La répétition

Cette représentation est basée sur une pseudo-généralisation de la mémorisation d'éléments à long terme. Pour encoder dans la mémoire à long terme il faut répéter.
A l'opposé on trouve une représentation de l'étude et de l'apprentissage où il faut construire un milieu qui puisse rétroagir.

- L'entraînement technique

Dans cette vision, il faut simplifier, décomposer afin que les plus faibles accèdent aux savoirs. Il ne faut pas « mélanger » les notions.
A l'opposé, on trouve la vision d'une étude où les problèmes sont au cœur de l'apprentissage. Il ne faut pas priver les plus faibles d'un accès avec des éléments plus compliqués, qui constituent souvent les raisons d'être des savoirs.

- La progression linéaire dans le temps

Il s'agit du reflet d'une vision allant du simple au complexe, imposant en retour de suivre un certain ordre dans l'exposition du savoir. Elle met en exergue une certaine linéarité du savoir.

- Le goût, la motivation, l'effort.

Dans cette représentation de l'étude et de l'apprentissage, l'entrée psychologique est privilégiée : on met l'accent sur la motivation de la personne, fortement liée aux caractéristiques personnelles de l'élève. Nous relevons de nouveau dans ce cas une vision liée à la personnalité de l'individu élève.

On peut significativement relever qu'un seul enseignant fait allusion à la dimension collective de l'étude, introduisant une dimension sociale, dans laquelle l'apprentissage passe par une phase collective. Ce qui souligne, *a contrario*, la prédominance partagée d'une représentation individuelle de l'étude. Dans ce qui suit, nous vous présentons les réponses à la deuxième question : « Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… »

Enseignant 1

Pour moi un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est un élève curieux, qui s'interroge sur la pertinence, qui essaie de trouver par lui- même des réponses aux questions, même en allant chercher de l'aide.

Enseignant 2

Pour moi un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est un élève qui sait ce qu'il a à faire, qui a compris ses propres méthodes de travail pour intégrer durablement les notions. Il sait s'il doit se faire des fiches. Il sait ce qu'il doit faire.

Enseignant 3

> Déjà c'est un élève à qui on n'a pas besoin de demander de réviser parce qu'il travaille régulièrement…euh…il il est prêt à aider les autres quand son travail est fini. Euh …. Aussi il finit son travail de bonne heure… il est propre… il est capable de demander si ça ne va pas ...oui, il prend conscience de ses faiblesses.

Enseignant 4

> Ça serait un élève à qui on n'a pas besoin de donner des exemples et… qui vérifie tout seul si son travail est fait.

Enseignant 5

> Elève autonome dans son travail euh… euh… euh…pas besoin de lui dire de refaire les exos de techniques Il s'entraine au max sur des points méthodes en classe tout seul. Il se consolide des techniques. Il trouve tout seul des nouvelles situations pour s'améliorer.

Les réponses qui suivent ont été fournies par écrit de la part des enseignants interrogés.
Enseignant 6 : « Un élève qui sait ce qu'il doit revoir et travaille selon ses besoins ».
Enseignant 7 : « C'est un élève qui reprendra le travail mené lors d'une séance pour s'entraîner à refaire les exercices ou les activités faites, saura repérer ses points difficiles afin de s'entraîner dessus ou solliciter une aide sur ces points relevés. »
Enseignant 8 : « Un élève capable de prendre du temps pour réviser et doser ce temps en fonction de ses capacités dans cette matière. »
Enseignant 9 : « Un élève qui relit son cours jusqu'à ce qu'il ait l'impression d'avoir compris et qui le cas échéant va relire le résumé de cours du livre puis qui écrit /récite ce qui doit être appris et qui enfin, fait les exercices donnés (les essayent tous même s'ils ne sont pas réussis). »

A partir de ces traces de discours, l'autonomie semble perçue comme l'acquisition de méthodes de travail, méthodes qui ne sont pas décrites précisément. On trouve par exemple « savoir trouver les réponses tout seul ». Cette autonomie est vue comme une prise d'indépendance par rapport au professeur. Chez les enseignants 4 et 5, l'élève « vérifie tout seul si son travail est fait, il s'entraîne tout seul et trouve tout seul de nouvelles situations ». L'élève autonome est perçu comme celui qui prend en charge une part des responsabilités de l'enseignant. On remarque que « l'évaluation individuelle » est très présente dans les propos des enseignants, comme en témoigne le tableau suivant :

Enseignant	Citations en lien avec l'évaluation individuelle
2	Il sait ce qu'il a à faire
3	Il prend conscience de ses faiblesses
4	Il vérifie tout seul si son travail est fait
6	Selon ses besoins
7	Saura repérer ses points difficiles
8	En fonction de ses capacités

1.3.2 Le point de vue d'une surveillante et d'un intervenant dans l'accompagnement des devoirs

Dans cette partie nous avons réalisé deux entretiens, l'un avec une surveillante et l'autre avec un intervenant dans le dispositif d'aide aux devoirs (Annexes 5 et 6). Les deux questions dédiées aux professeurs leur sont aussi posées. Nous les rappelons.

- « Un japonais arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Il te demande ce qu'il faut faire pour étudier sérieusement à la maison en mathématiques. Que lui réponds-tu ? »
- Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… Compléter.

Entretien avec Félicia, surveillante

Question 1
D'abord, où, toi, en es-tu ? D'abord on n'étudie pas de la même façon mais si toutes les bases sont acquises ! Il faut commencer par rattraper les séquences, tel ou tel prof n'explique pas forcément de la même façon. Il faut rattraper le cours, le comprendre, refaire les exercices vus en cours.

Question 2
C'est quelqu'un qui est capable de connaître son emploi du temps qui arrive à s'organiser. Je sais pas, j'ai une heure, j'arrive à anticiper, j'organise mon travail. C'est pas forcément quelqu'un qui connaît son cours sur le bout des doigts, il peut avoir besoin d'aide. Il se laisse du temps pour se tromper, se dire j'y arrive pas, je demanderai pour cet exercice à un copain. Par exemple tu stabilotes ta formule pour ne pas oublier de redemander des précisions. Et puis aimer les maths ! Tu vois, tu fais un exo, tu marques la formule que tu penses être la bonne mais je ne suis pas sûre, bon je ne vais peut-être pas l'appliquer. A défaut d'avoir un résultat, tu as fait un effort de recherche, c'est ça, être autonome !

Entretien avec Thierry, intervenant dans le dispositif d'aide aux devoirs

Question 1
Bon, il y a la barrière de la langue. Il faut savoir quelles bases il a, établir un dialogue, le prendre à part, voir son niveau et voir comment on va pouvoir l'intégrer au groupe.

Question 2
C'est quelqu'un qui arrive en début d'heure qui sort tout de suite son cahier de suivi, vient me voir, qui a une bonne organisation.

La première remarque qui attire l'attention est l'absence d'hésitations. La question semble poser moins de problème à ces deux intervenants qu'aux professeurs. Ils sont régulièrement confrontés à ce type de situations et observent de manière fréquente les élèves étudier. C'est donc de par leur position dans l'institution collège, la position de surveillant ou celle d'intervenant pour l'aide aux devoirs, que leur réponse diffère. Chez Félicia, il y a une allusion au temps d'apprentissage différent du temps de l'enseignement, les apprentissages sont faits d'après-coups : « il faut rattraper les séances » dit-elle, sous-entendant pour ne pas être en retard dans les apprentissages ou peut-être encore, pour être en règle avec l'institution. Il y a aussi dans ses propos, la conscience d'une dimension d'un contrat didactique spécifique du professeur : « tel ou tel prof n'explique pas forcément de la même façon ». Ici encore, c'est bien sa position dans l'institution qui lui permet d'apporter une réponse différente de celle des professeurs. Elle voit en permanence les élèves travailler. Elle est amenée à surveiller des élèves du même niveau de classe, qui doivent réviser le même chapitre, mais qui ont des professeurs différents. Elle peut alors constater les fluctuations induites par les contrats didactiques dont certains termes diffèrent. De même elle peut observer des après-coups dans l'apprentissage : entre le moment où le professeur enseigne une notion et le moment où l'élève y établit un rapport qui se rapproche de la conformité attendue, existe le décalage bien connu entre temps d'apprentissage et temps didactique.

Chez Thierry, on peut relever des propos qui constituent des traces d'une préoccupation envers le caractère collectif de l'étude : « comment on va pouvoir l'intégrer au groupe ». On relève aussi des éléments partagés par Félicia et Thierry : avoir un minimum d'acquisitions de base pour étudier, élément non repéré chez les professeurs ; l'évaluation individuelle que l'on devine à travers les phrases « où, toi, en es-tu ? » et « Il faut savoir quelles bases il a » ; la nécessité d'une organisation temporelle.

1.3.3 Le point de vue des élèves

Ce paragraphe vise une première ébauche du point de vue des élèves sur les gestes de l'étude. Une seule question, sous forme d'instruction au sosie, est posée de manière écrite. Nous affinerons plus loin les techniques d'étude des élèves et leur conception de l'étude. La question est la suivante : « Quels conseils donnerais-tu à un nouvel élève dans ta classe pour réussir un devoir en mathématiques ? »

Notons tout d'abord que sur 786 élèves ayant été interrogés, 155 ne répondent pas ou répondent « je ne sais pas », ce qui représente 19,7 %du panel ; ce qui montre la difficulté de la question. Contrairement aux professeurs dont les réponses contenaient plusieurs idées, les réponses des élèves sont laconiques, et rares sont les réponses qui contiennent plus d'une idée. Elles sont du type « apprendre sa leçon » ou « bien écouter le professeur » ou encore « demander de l'aide quand on ne comprend pas ». Certaines sont rédigées à partir d'un verbe à l'infinitif et d'autres s'adressent directement à l'élève : « Fais des exercices » ou « Sois attentif ! » Dans les réponses on trouve aussi des éléments inclassables comme « Bienvenue à lui », « Travailler », « Révise ! » Nous ne notons qu'aucun d'entre eux ne mentionne de « bien faire ses devoirs le soir », ce qui nous laisse penser que cela ne constitue pas pour eux nécessairement un moyen de réussir. Nous avons classé les réponses selon 8 catégories.

Réponse	**Effectif**	**Pourcentage**
Apprendre ses leçons, et/ou refaire des exercices	233	37 %
Bien écouter, être attentif	165	26 %
Utilise des propriétés, raisonner	68	11 %
Prendre son temps, ne pas aller trop vite, faire simple au départ	59	9 %
Demander de l'aide au professeur	48	8 %
Demander de l'aide à un camarade ou travailler avec un camarade	10	1.6 %
Répéter plusieurs fois	9	1.4 %
Autre	39	6 %

TOTAL des élèves ayant répondu : 631

On regroupe ensemble les réponses « se faire aider du professeur » et « bien écouter en classe », puisque ces réponses réfèrent à un professeur en une position magistrale. On enlève la catégorie « autre », dont on ne peut extraire aucune information. Il reste alors 592 élèves.

	Représentation de l'étude	Effectif	Pourcentage
Dimension individuelle de l'étude	Attention - écoute-concentration	**165 +48=213**	**36 %**
	Répétition	**9**	**1.5 %**
	Travail technique - s'entraîner et réviser la leçon	**233**	**39 %**
	Dont « Apprendre la leçon » uniquement	194 parmi les 233 élèves	33 %
	Raisonner, justifier, utiliser des propriétés	**68**	**12 %**
	Progression dans le temps – du simple au compliqué	**59**	**10 %**
Dimension collective de l'étude		**10**	**1.5 %**

On remarque alors que l'on retrouve chez les élèves les mêmes représentations que celles trouvées chez les enseignants. La représentation majoritaire est celle basée sur l'écoute, la concentration. Un point de vue intéressant, et qui apparaît cependant quand on interroge les élèves, est celui de l'importance de raisonner, de justifier, d'utiliser des propriétés. Quelques déclarations intéressantes sont données ci-dessous à titre d'exemples, que l'on met en rapport, entre parenthèses, avec le niveau de l'élève en mathématiques, tel qu'il a nous été donné par leur professeur.

« Il faut créer un faux contrôle » (classé dans la catégorie « autre », très Bon élève)
« Les maths t'a beau apprendre sa serre à rien, il faut résoner c'est tout. » (Très bon élève)
« Lire les exercices et s'entraîner » (Très bon)
« Bien connaître les propriétés les justifications et définitions » (Très bon)
« Apprendre les définitions et propriétés » (Bon)
« Ecrire lisiblement, mettre plusieurs couleurs espacer la présentation. » (Très faible)
« Lire la leçon correspondant au devoir » (Faible)
« Prendre son temps. » (Faible)
« Se faire aider en cas de problème. » (Faible)

On trouve aussi des remarques de nature plus altruiste : « Ben s'il a besoin d'aide, je l'aiderai », « Surtout, de ne pas paniquer », « Va sur Maxicours[14] ».

Il est frappant de relever que les bons élèves utilisent des mots du vocabulaire plus spécifique aux mathématiques : « justifier », « raisonner » « propriétés et définitions ». A contrario, les élèves faibles utilisent davantage les mots « apprendre » et « leçon » : autrement dit, des termes plus généralistes pouvant s'appliquer à n'importe quelle

[14] Site de cours en ligne sur Internet.

matière. On retrouve ici l'idée de la fiche « apprendre une leçon », très généraliste, produite par l'Inspection Générale. Elle est basée sur le postulat qu'existerait une méthode universelle pour l'apprentissage, quel que soit l'objet sur lequel il porte. Il semble que les bons élèves expriment un point de vue sur l'étude davantage centrée sur la particularité des mathématiques. Ils savent qu'ils doivent différencier leurs techniques d'étude en fonction des disciplines. Le point de vue des élèves faibles traduit un rapport à une méthode plus générale applicable à toute matière, basée sur l'apprentissage des leçons. Nous n'avons pas fait de statistique détaillée sur cette question car nous affinerons ce résultat plus loin dans notre enquête.

1.3.4 Conclusions

Une partie de l'étude personnelle conditionne la réussite de l'élève. Pourtant force est de constater que celle-ci n'est encadrée, ni par le système didactique principal, via le professeur, ni par le système éducatif. Les professeurs sont désemparés quand on leur demande quelles techniques d'étude recommander. Nous avons aussi pu constater la pauvreté des textes officiels sur les gestes à réaliser lors du travail personnel et, logiquement, l'immense désarroi des professeurs lorsqu'on les interroge sur le sujet. On retrouve, à partir de cette courte enquête, le point de vue de Glasman et Besson sur les attentes mal définies :

> Ainsi, il existe de nombreux malentendus entre les attentes des professeurs qui ne sont pas clairement définies et ce qu'en comprennent certains élèves faibles. Les finalités sont nombreuses et peuvent être parfois contradictoires. Chaque élève, chaque parent, chaque professeur en donne une interprétation bien à lui. (Glasman & Besson, 2004)

Ce vide de connaissance sur le sujet est induit par la position « professeur » au sein de l'institution classe. Les professeurs n'ont pas de vision et donc aucun contrôle sur la manière dont est réalisé le travail, ni sur le temps attribué à celui-ci ou même parfois sur les difficultés rencontrées par les élèves, aussi les techniques d'étude lors de l'étude « à la maison » apparaissent-elles dans un grand « flou ». Depuis sa position, le professeur n'a pas accès à la sphère privée qui contient les façons d'étudier de ses propres élèves ; ce qui se passe hors institution, et donc « à la maison des élèves », est privé de son regard. De tout temps, le professeur est vu comme celui qui fait signe pour transmettre le savoir. L'étude, renvoyée dans la sphère privée, n'est donc pas questionnée ni portée par l'institution : à chacun de se débrouiller par lui-même pour étudier. L'école, même si elle en est l'instigatrice, ne paraît pas s'intéresser à l'étude elle-même, mais plutôt aux conditions de l'étude qu'elle fournit à ceux qui la fréquentent.

L'étude personnelle faisant partie du domaine privé de l'élève, le seul regard du professeur ne peut guère porter que sur le résultat de l'étude, afin de remplir l'une des fonctions qui lui sont assignées depuis sa place : pouvoir évaluer la conformité du rapport personnel de l'élève au rapport institutionnellement attendu aux organisations mathématiques qu'il a enseignées. C'est d'ailleurs ce qu'on peut relever des différents propos des professeurs interrogés où l'évaluation individuelle visant à contrôler la

conformité de ce rapport est très présente. Est aussi toujours présente l'idée que l'apprentissage ne peut être qu'individuel, en tant que diffusion vers l'Ecole des idées qui vivent dans la société. Ce point de vue sur l'apprentissage se retrouve dans les propos des élèves qui déclarent « il faut bien écouter le professeur ». Cette déclaration renvoie vers un type d'enseignement que l'on soupçonne frontal, ostensif, au sein duquel le topos de l'élève est très réduit, où la confrontation des idées issues de la recherche mathématique avec ses camarades ne vit pas. L'apprentissage se réalise seul dans la classe où chacun apprend isolément, et non pas des autres.

Devant ce vide institutionnel sur le sujet, qui renvoie à l'un des multiples problèmes de la profession, chaque professeur forge sa propre représentation de ce que peut être l'étude personnelle de ses élèves, à partir des rapports qu'il a établis lors de ses multiples assujettissements aux institutions qu'il a fréquentées ; qu'elles soient sociales ou d'étude scolaire ou universitaire. Nous touchons du doigt à l'image de l'étude des mathématiques telle qu'elle est vue dans la société, c'est-à-dire sa représentation sociale. Le mot représentation sociale est à prendre ici au sens de la sociologie. Jodelet (2003) définit le concept de représentation sociale comme « une forme de connaissance, socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social. »

L'analyse plus approfondie des représentations sociales nous permettraient de mieux cerner les attitudes des sujets en termes d'étude, en allant pour cela rechercher la façon dont ils se représentent l'étude des mathématiques. Puisque depuis ses origines, la psychologie sociale a montré les liens existants entre cognition et représentation sociale :

> Several trends of research have confirmed its vision of the relations between social and cognitive phenomena, communication and thought. More detailed remarks aim at outlining the nature of social representations, their capacity to create information, their function which is to familiarize us with the strange, according to the categories of our culture. (Moscovici, 1988)

Les traces écrites ou orales que nous avons recueillies sont la marque indirecte du poids de ces représentations sociales. Les discours des élèves, des professeurs, et d'autres acteurs du système éducatif, se sont développés à travers les discussions avec camarades, collègues, famille, prise de connaissances de médias divers, environnements social et culturel, et sont l'expression des divers assujettissements des personnes interrogées. Il n'est pas étonnant que dans une société qui promeut le primat de l'individu, l'individualité soit mise en avant. Dans ce modèle, les évaluations collectives n'existent pas car elles ne sont pas légitimes. Aussi à l'école et hors l'école, dans la société, l'étude est-elle envisagée comme nécessairement solitaire, liée à la réussite et l'ascension sociale personnelles.

En 1999, lorsque les TPE sont nés, les enseignants ont dû évaluer collectivement les élèves et faire étudier les sujets à l'origine d'un TPE de manière collective. Ces formes d'évaluation sont restées marginales dans l'institution scolaire. On pourrait envisager que la réalisation et l'évaluation de certains travaux d'élèves, les devoirs à la maison par exemple, soient autorisées en binômes ou trinômes. Ces pratiques sont rares. En effet,

elles reflètent une image de l'étude qui va à l'encontre des représentations sociales. Aussi est-il légitime de s'interroger depuis quelle époque ces représentations sont présentes dans le système scolaire. Qu'en est-il de l'étude et des techniques d'étude dans l'histoire du système éducatif ?

1.4 L'étude au fil du temps

Le mot « geste » vient de « gestion » explique Yves Chevallard (1995) qui l'introduit en didactique pour désigner comment le professeur s'y prend pour « gérer » certaines situations, accomplir certaines tâches attachées à sa position au sein du système. Dans notre étude, on recherche les gestes de l'élève accomplis pour « gérer » son travail personnel. S'intéresser au travail autonome des élèves, c'est aussi prendre en compte les différentes formes qu'a revêtu le travail scolaire au fil du temps, ainsi que leur évolution. La répartition des tâches à l'école, des positions institutionnellement occupées n'ayant pas toujours été les mêmes, son histoire nous révèle combien les évolutions de la société ont eu une influence pesante sur les représentations et les formes de l'étude. Emile Durkheim, dans son célèbre ouvrage *L'évolution pédagogique en France,* retrace quelques-unes des grandes lignes de son évolution en liaison avec les évolutions sociales. Sans en dresser un tableau complet et détaillé, nous indiquons quelques grands traits qui nourrissent notre sujet de recherche, du Moyen Age jusqu'à nos jours.

Au Moyen Age, alors que les écoles cathédrales et abbatiales étaient n'accueillaient qu'un nombre restreint d'élèves, un vaste corps enseignant s'était constitué autour de plans d'étude, fixant à celui qui étudie les connaissances à acquérir. Il existait un ensemble de collèges sans statuts, et sans liens entre eux. Le Moyen Age empruntait à l'Antiquité son enseignement, en s'appuyant sur la religion. L'école était avant tout le lieu de la culture morale.

> Toute l'activité intellectuelle du moyen Age est, en effet orientée vers un même but : faire une science qui puisse servir de base à la foi. (Durkheim, 1904, p. 130)

Au XVI^{e} siècle, se dessinait une lente transformation sans secousse au niveau de ces institutions. L'université de Paris prend son essor et d'autres universités se constituent, la prenant pour modèle. Les changements pédagogiques en cours sont le reflet d'un mouvement social profond s'exprimant à travers le besoin de changer un système scolaire qui ne donne plus satisfaction.

> Il est nécessaire de savoir au préalable ce que fut, d'une manière générale, ce grand mouvement social qui a pris dans l'histoire le nom de Renaissance et dont le mouvement pédagogique ne fut qu'une forme particulière (Durkheim, 1904, p. 131) (Ibid., p.131)

Au XVI^{e} siècle, alors que le monde semblait homogène, formé d'une seule Europe, l'unité chrétienne se brise. La foi chrétienne est jugée trop prégnante dans l'éducation. La bourgeoisie, qui goûtait aux plaisirs de la vie et au luxe, ne pouvait plus se satisfaire des doctrines de l'école et de ses privations. L'idéal pédagogique évolua, entraînant un changement dans ses conception et fondements.

> En effet, former l'esprit, ce but ultime de l'enseignement secondaire, ce n'est pas le dresser à vide par une gymnastique formelle, c'est lui faire contracter les habitudes, les attitudes indispensables pour qu'il puisse aborder utilement les différents aspects du réel avec lesquels il est destiné à entrer en commerce et pour qu'il puisse en juger sainement. (Ibid., partie 2, page 122)

Deux branches d'enseignement se distinguèrent alors : celle de l'enseignement de la nature, autrement dit les sciences, et celle des « choses humaines, les esprits, et leurs manifestations », c'est à dire l'enseignement des lettres. L'enseignement des sciences prit une importance accrue, de par l'expansion de la vie économique au milieu du XVIII^{e} siècle. Il apparut comme une nécessité pour préparer à certaines professions.

> Notre enseignement secondaire, tout comme notre enseignement primaire, est aujourd'hui laïque ; mais, pour qu'il puisse tenir lieu de cet enseignement religieux qu'il a la prétention légitime de remplacer, encore faut-il qu'il puisse rendre les mêmes services. Il faut donc que lui aussi se préoccupe d'apprendre à l'homme ce que c'est que la nature, afin que l'homme puisse se rendre compte de la place qu'il y occupe. Ainsi, il s'en faut que la tâche du professeur de sciences se borne à égrener le chapelet des théorèmes de la géométrie, ou des lois de la physique, ou des formules de la chimie. Ce qui importe beaucoup plus, c'est de fixer dans l'esprit des élèves un certain nombre d'idées générales qui leur permettent de se faire une représentation, plus nette ou plus obscure, plus complète ou plus schématique, suivant l'âge de l'enfant et les progrès de la science, de cette réalité extérieure, à laquelle tant de liens le rattachent. (Ibid., partie 2, page 125)

En 1880, *le cours magistral* fut introduit. La leçon du professeur, qui était dictée, entra en concurrence avec celui des textes, des manuels. L'apprentissage était centré sur le « par cœur ». Les devoirs faits en étude constituaient le cœur du travail scolaire. Les élèves passaient la plupart de leur temps en étude, soit 7 heures 30 minutes contre 4 heures de cours en classe. Chaque séance donnait lieu à un travail d'étude considérable, parfois aidé par un répétiteur. En 1890, une réforme interdit la dictée des cours. Cependant peu de professeurs appliquèrent le décret, ce qui nécessita une réaffirmation du principe en 1922. Dans les lycées, la forme magistrale des cours continuait de vivre alors qu'à l'école primaire commençait à apparaître, dans l'entre-guerre, les *méthodes actives*, portant la volonté d'élargissement du topos des élèves dans l'étude d'un savoir. La circulaire de rentrée de 1946 insistait sur le recours aux méthodes actives au détriment des cours dictés : laisser davantage de place à la recherche d'exercices, aux corrections de devoirs, à la récitation des leçons. En mathématiques, les problèmes plus complexes continuaient à faire partie du travail à la maison. En 1996, apparut dans les programmes la notion *d'activité liée à celle de situation* ; sans doute un signe de la prise en compte des avancées établies en didactique des mathématiques. « Seront choisies des situations créant un problème dont la solution fera intervenir des "outils" » stipule un texte de 1996. Cela n'empêche pas la réalité de rester toute autre comme en témoigne cette citation d'Yves Chevallard (2009b) extraite de *Organisations didactiques : hier et demain.*

> Sous le poids du passé, la réalité observable ne s'y conforme généralement pas. Bien souvent les activités d'étude et de recherche que l'on attendrait dans un tel paradigme didactique sont désignées comme activités préparatoires : elles prennent ainsi, quoique autrement, la fonction didactique d'explication du texte à étudier.

En 1998 le bulletin officiel sollicite les enseignants pour qu'ils s'engagent dans des pratiques supposant un accroissement de la participation des élèves et la prise en compte des individualités. L'élève est au centre du système. Les demandes de l'institution en termes de différenciation, de remédiation sont de plus en plus présentes et pressantes, comme en témoignent cet extrait du bulletin officiel du 25 juin 1998 :

> « L'adaptation des enseignements dispensés aux élèves passe par l'aménagement des situations, des supports et des rythmes d'apprentissage, l'ajustement des méthodes pédagogiques et des approches didactiques, la modification des contextes et des conditions où les apprentissages sont proposés. Cette adaptation favorise les pratiques de différenciation et d'individualisation pédagogique.
> - Des pratiques de projet susceptibles d'assurer aux élèves la maîtrise de démarches élaborées à partir de "contrats pédagogiques", d'objectifs et de durée limités, sont mises en œuvre tout au long de la scolarité. Elles permettent de donner ou de redonner aux élèves un rôle d'acteur dans leur formation et de restaurer leur confiance en eux indispensable à tout apprentissage.
> - Face aux difficultés récurrentes des élèves, des techniques et des démarches de remédiation diverses sont utilisées en veillant à ce qu'elles s'articulent avec une réflexion pédagogique d'ensemble, prenant en compte la didactique des disciplines. »

Les activités décrites sont souvent en lien avec des contrats d'ostension. Le plan de rénovation de 2000 continue de promouvoir une direction qui va dans ce sens : « Les élèves s'interrogent, agissent de manière raisonnée et communiquent. Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques. » En 2004 et 2008, on voit apparaît le concept de « démarche d'investigation ». Il fait l'objet de la partie 3 des programmes de 2008 (annexe 7) : « Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques et la technologie une démarche d'investigation. » Le canevas proposé pour une séquence d'investigation contient curieusement sept « moments », le terme semblant repris de la théorisation des organisations didactiques en Théorie Anthropologique du Didactique, qui comptent pour cette partie du programme de 2008, six moments non chronologiques :

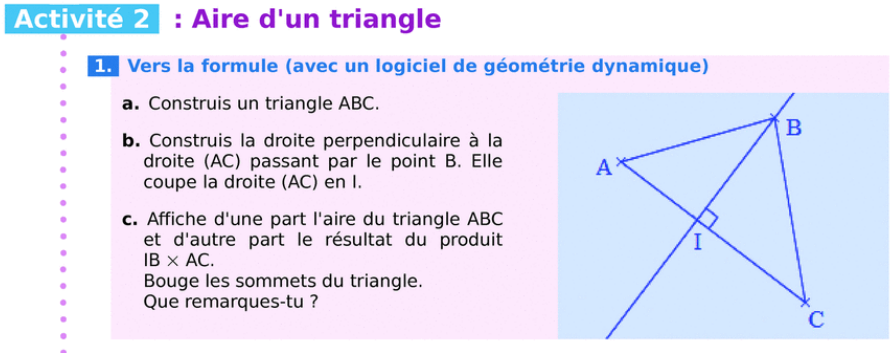
> 1) le choix d'une situation-problème
> 2) l'appropriation du problème par les élèves
> 3) la formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles
> 4) l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves
> 5) l'échange argumenté autour de propositions élaborées
> 6) l'acquisition et la structuration des connaissances
> 7) la mobilisation des connaissances.

A travers les points 2 ,3 et 5 on peut percevoir la volonté des rédacteurs de programmes de donner plus de responsabilités aux élèves dans l'étude des savoirs. Cependant la mise en œuvre d'une démarche d'investigation dans les classes ne va pas de soi et à l'ostension assumée se substitue une ostension déguisée, comme l'indiquent Matheron et Salin (2002).

> Péjorée, cette ostension assumée a dû céder la place à d'autres formes d'enseignement, parmi lesquelles prédomine cependant une forme d'ostension déguisée, à travers notamment la pratique désormais courante

> en mathématiques, des « activités ». Ainsi, Berthelot et Salin (1992) ont-ils pu identifier des moments d'enseignement où, au lieu de montrer ce qui est à voir, le maître le dissimule derrière la fiction que l'élève découvre lui-même l'objet de l'enseignement, par l'observation ou l'action demandées. Mais la complexité du savoir à « découvrir » est telle que le professeur doit intervenir, trier parmi les réponses des élèves en valorisant certaines, afin de parvenir le plus simplement et le plus vite possible au savoir visé. (Matheron & Salin, 2002)

Les manuels, qui constituent une ressource majeure de la profession pour les préparations et la réalisation des cours, nous aident en effet à lire indirectement cette réalité de l'enseignement sous forme d'ostension déguisée, au sein de laquelle le professeur propose, comme dans un problème, une série de questions enchaînées. Elles conduisent vers la solution que lui-même, bien entendu, connaît. L'arrivée des élèves au bout de la chaîne de questions permet au professeur de déclarer que se sont les élèves qui, eux-mêmes, ont produit la réponse. Mais réponse à quoi pourrait-on se dire ?, dans la mesure où aucune question génératrice de la mise en recherche n'a été dévolue aux élèves. Pour illustrer ce propos, voici ci-dessous une activité issue du manuel Sésamaths, 6e, génération 5, édition 2013, qui concerne la « découverte » de la formule donnant l'aire du triangle.



Activité 2 : Aire d'un triangle

1. Vers la formule (avec un logiciel de géométrie dynamique)

a. Construis un triangle ABC.

b. Construis la droite perpendiculaire à la droite (AC) passant par le point B. Elle coupe la droite (AC) en I.

c. Affiche d'une part l'aire du triangle ABC et d'autre part le résultat du produit IB × AC.
Bouge les sommets du triangle.
Que remarques-tu ?

On peut constater l'absence de question, ni de ce qu'on pourrait appeler selon la formulation en vigueur dans le milieu enseignant, de situation-problème. Rien ne motive le calcul de l'aire du triangle : pourquoi en rechercher une formule ? Les questions *a* et *b* demandent aux élèves la réalisation de constructions à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, sans que la raison d'être de telles demandes apparaisse dans ce texte, et sans doute non plus auprès des élèves. La question *c* indique à l'élève ce qu'il doit faire : afficher l'aire du triangle *ABC* et le calcul $IB \times AC$. « Pourquoi cela ? » pourrait se demander un élève curieux, qui cherche à comprendre à quel jeu on le fait ainsi jouer. « L'appropriation du problème par les élèves » promu par « le moment » 2 définissant la démarche d'investigation, ne peut guère se faire qu'à partir de la déduction entre l'aire de *ABC* et la moitié du produit $IB \times AC$. « C'était donc cela ! » pourrait se dire un élève tenace qui a continué à rechercher le sens du jeu dans lequel on l'a enrôlé. Qu'en est-il de l'argumentation et du débat promus dans les « moments » 3 et 5 de la démarche d'investigation.

Nous avions relevé chez les professeurs une représentation forte de la dimension individuelle. On retrouve celle-ci sous une forme cachée à l'intérieur d'activités, comme

celle présentée précédemment : l'activité se conclut d'ailleurs par la question « que remarques-tu ? » A un enseignement s'adressant à l'élève, et non pas à la classe, est associée une forme *déguisée* de l'ostension sans même que la question à l'origine de ce qu'on souhaite lui faire étudier, lui ait été adressée autrement que par un « que remarques-tu ? » conclusif. Dans le cas particulier de cette activité, l'ostension est encore renforcée par l'usage d'un logiciel ne fournissant qu'une réponse numérique, la dimension technologique, justifiant et expliquant pourquoi l'aire du triangle se calcule ainsi étant absente. Une organisation mathématique plus complète aurait pourtant pu solliciter la connaissance par les élèves de l'aire du rectangle, voire du parallélogramme, pour justifier et expliquer l'aire du triangle. Mais il n'existe pas de construction par les élèves d'une réponse constitutive de l'enjeu d'une telle étude. Berthelot et Salin (1992) distinguaient deux types d'ostension[15]: l'ostension assumée et l'ostension déguisée.

> Nous proposons donc de dire qu'un enseignement relève d'une présentation ostensive assumée :
> - s'il n'existe pas au sein de la situation d'enseignement de situation adidactique d'apprentissage
> - si le savoir dont l'enseignement est visé est présenté par le professeur dès l'entrée dans la situation didactique puis appliqué.
> Nous avons proposé d'utiliser le terme d'ostension déguisée quand l'enseignant, désireux de s'appuyer sur les connaissances antérieures des élèves, propose les exercices avant la présentation du savoir et qu'il traite les réponses d'une certaine façon ; il effectue un tri, parmi elles, pour valoriser celles qui conduisent assez rapidement au savoir visé sans prendre réellement en compte les autres. (Berthelot & Salin, 1992, p. 86)

Dans l'activité précédemment analysée n'existe pas de situation adidactique, sauf peut-être pour quelques-uns des élèves qui, *in fine* et de manière personnelle et privée, auront accompli un pas de côté pour se poser la question leur permettant de savoir pourquoi on les a engagés dans cette activité ; la réponse à « que remarques-tu ? » constituant pour certains d'entre eux une sorte de Eurêka qui, à son tour, devrait appeler une autre question : quelle raison mathématique pour cette formule de l'aire ? Est-on même dans l'ostension assumée, puisque cela aurait nécessité que « le savoir visé » soit « présenté par le professeur », et qu'en ce qui concerne le savoir, c'est-à-dire l'organisation mathématique autour de la formule de l'aire du triangle, la dimension technologique ne se trouve pas dans les mathématiques, mais dans ce qu'affiche l'écran de l'ordinateur.

Le programme actuel, promulgué en 2016, et malgré ce qu'il en est des ressources disponibles à la lecture de manuels comme celui d'où est extraite l'activité précédente, demande toujours que l'étude des mathématiques soit ancrée dans la résolution de problèmes, dans la démarche d'investigation :

> Les pratiques d'investigation (essai-erreur, conjecture-validation, etc.) sont essentielles et peuvent s'appuyer aussi bien sur des manipulations ou des recherches papier/crayon, que sur l'usage d'outils numériques (tableurs, logiciels de géométrie, etc.). […]

[15] Thèse de Berthelot et Salin : *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*, p. 86

> Une place importante doit être accordée à la résolution de problèmes, qu'ils soient internes aux mathématiques ou liés à des situations issues de la vie quotidienne ou d'autres disciplines. Le programme fournit des outils permettant de modéliser des situations variées sous forme de problèmes mathématisés. (BO 2016, extraits de programmes)

La disposition spatiale des salles permet aussi d'entrevoir les traces du poids de l'histoire pédagogique scolaire. De nombreux établissements conservent des organisations de salles de classe fidèles à celle exposée en 1846 dans cet extrait du *Grand livre à l'usage des écoles primaires* de M. Malgras chez Hachette et Cie (1846) :

> En face de la porte d'entrée, une estrade assez élevée pour que le maître puisse facilement dominer toutes les tables et surveiller les élèves. A droite et à gauche de la salle en face de l'estrade seront disposés sur deux rangs parallèles les tables des élèves avec leurs bancs.

Comme on peut le voir sur les bulletins trimestriels du secondaire en mathématiques, il n'est pas rare de lire « manque de travail », « travail superficiel », « manque d'investissement à la maison », « les leçons ne sont pas apprises ». Voici ci-dessous deux exemples de bulletins (Annexe 8).

Suivi des acquis scolaires de l'élève

	Principaux éléments du programme travaillés	Acquisitions, progrès et difficultés éventuelles	Moyenne sur 20	
			Élève	Classe
Arts plastiques M.	- Mettre en œuvre un projet - S'exprimer, analyser sa pratique, celle de ses pairs ; établir une relation avec celle des artistes, s'ouvrir à l'altérité - Expérimenter, produire, créer	Ensemble annuel satisfaisant.	**15**	15.4
Education physique et sportive Mr	- Développer sa motricité et apprendre à s'exprimer avec son corps - S'approprier seul ou à plusieurs par la pratique, les méthodes et outils pour apprendre - S'approprier une culture physique sportive et artistique pour construire progressivement un regard lucide sur le monde contempor	Résultats insuffisants dus à un travail irrégulier. Enzo a pourtant montré des bonnes intentions et a des qualités mais il a manqué de constance pour que cela porte ses fruits.	**8**	14.6
Français M.	- Ecrire - Comprendre et s'exprimer à l'oral - Lire - Comprendre le fonctionnement de la langue	Ne s'est pas impliqué tout au long du semestre dans son travail. Les résultats s'en ressentent. Ne doit jamais perdre de vue que les qualités qu'il possède ne produiront leurs effets que s'il leur donne l'opportunité d'être exploitées et reconnues.	**8**	10.2
Mathématiques M	- Espace et géométrie - Nombres et calculs - Algorithme et programmation - Déterminer des images ; des antécédents - Calculer une longueur dans un triangle rectangle - Transformer des expressions littérales	Le bilan ce semestre est très décevant.Le manque de travail sérieux et les absences trop fréquentes ont nui aux progrès.Quel dommage!	**4.9**	10.6

Ou encore :

Suivi des acquis scolaires de l'élève

	Principaux éléments du programme travaillés	Acquisitions, progrès et difficultés éventuelles	Moyenne sur 20	
			Élève	Classe
Arts plastiques M.	- Mettre en œuvre un projet - S'exprimer, analyser sa pratique, celle de ses pairs ; établir une relation avec celle des artistes, s'ouvrir à l'altérité - Expérimenter, produire, créer	Un ensemble annuel convenable.	**12.2**	15.4
Education physique et sportive Mme	- Développer sa motricité et apprendre à s'exprimer avec son corps - S'approprier seul ou à plusieurs par la pratique, les méthodes et outils pour apprendre - S'approprier une culture physique sportive et artistique pour construire progressivement un regard lucide sur le monde contempor	Bon semestre dans l'ensemble. Excepté un un petit accident en gymnastique, où Manon n'a pas su gérer ses appréhensions, elle s'est montrée sérieuse, dynamique et très investie dans son travail. Le bilan annuel de compétences est satisfaisant.	**13.4**	14.6
Français M.	- Ecrire - Comprendre et s'exprimer à l'oral - Lire - Comprendre le fonctionnement de la langue	La fin du semestre s'est révélée salvatrice. Manon a peut-être enfin eu l'occasion de vérifier le bien-fondé des espoirs qui étaient placés en elle.	**10.4**	10.2
Mathématiques Mme	- Espace et géométrie - Nombres et calculs - Algorithme et programmation - Déterminer des images ; des antécédents - Calculer une longueur dans un triangle rectangle - Transformer des expressions littérales	Des résultats décevants car en baisse par rapport au premier semestre.Le travail personnel,l'attention en classe et la participation orale ont été irréguliers.C'est dommage car Manon est capable de mieux réussir.	**11.8**	10.6

Les professeurs du secondaire attendent de leurs élèves qu'ils prolongent le travail réalisé en classe. Donner des devoirs « à la maison » est une pratique répandue, ancienne et encouragée par l'ensemble des acteurs du système éducatif. Un enseignant qui ne donnerait jamais de devoir à la maison peut se retrouver face à des reproches de parents. Inversement, un professeur qui en donnerait trop serait aussi l'objet de réprimandes de la part des familles. Il va de soi qu'un professeur doit donner des devoirs et de façon raisonnable. Il existe donc une sorte d'évidence qui accompagne cette pratique dans laquelle ni la quantité ni le contenu ne sont véritablement clairement définis, pour laquelle il n'y a pas seulement un contrat didactique qui intervient, mais aussi un contrat social.

Ce tour d'horizon permet de comprendre comment s'est transformée l'étude, au fil du temps et suivant les évolutions de la société. La vision ostensive de l'étude, issue du poids de la société, est prégnante chez les professeurs et chez les élèves, sous une forme plus ou moins assumée. Les positions d'élève et de professeur varient en fonction de la structure de l'école. Ce qui se passe en dehors de la classe n'est pas connu des professeurs : il s'agit d'un point aveugle. En quoi cet état de fait a-t-il un impact sur l'étude personnelle des élèves ? Pour répondre à la question, nous commençons à réaliser une revue de lecture des travaux de recherche récents sur ce thème.

1.5 Revue de lecture sur le sujet

Le travail personnel des élèves en mathématiques au niveau du collège reste un sujet peu étudié. Il existe cependant quelques travaux issus de la sociologie de l'éducation, comme ceux de Kakpo et Rayou ou encore de Michaut. On trouve également des travaux plus généralistes, non centrés sur les mathématiques, que nous ne décrirons pas ici comme ceux de Barrère, ou encore de Glasman et Besson. Nous prendrons davantage

appui sur les travaux de Christine Félix qui concernent en partie les mathématiques au collège. Cependant, déjà relativement anciens puisque datant de 2004, il faudrait peut-être tenir compte d'une éventuelle évolution qui pèserait sur les données empiriques recueillies à l'époque. Nous avons par ailleurs consulté plusieurs autres travaux qui abordent le sujet et portent sur d'autres niveaux scolaires. Nous présentons par exemple les études de Esmenjaud-Genestoux au niveau de l'école primaire, ceux de Erdogan, Mario, Silvy et Castela pour le lycée et enfin, ceux de Farah au niveau de l'université. Ce qui suit présente quelques-uns des différents résultats de recherche sur le sujet afin de nous fournir quelques points d'appui et de prendre position par rapport à eux.

1.5.1 Point de vue sociologique : Kakpo et Rayou, Michaut

Kakpo et Rayou, du groupe Escol, abordent le travail hors la classe au sein d'une approche mêlant sociologie et didactique. Ils couplent et confrontent dans leur étude les enjeux didactiques mais aussi les enjeux sociaux en lien avec les apprentissages. Leur recherche concerne un public de fin d'école primaire et de début de collège (classe de 6e) dans des quartiers défavorisés, au sein de familles souvent issues de l'immigration. Ils montrent que lors de l'externalisation des savoirs de la classe, se construisent des inégalités d'apprentissage liées aux nombreux *brouillages* créés par le milieu familial. Les professeurs portent des attentes fortes en termes de travail à la maison. Pour eux, il est le gage d'une construction de l'autonomie intellectuelle. Si le travail à la maison donné par les enseignants suppose une certaine autonomie de la part des élèves, la chose ne produit évidemment pas les mêmes effets dans bien des cas. Ainsi les parents, généralement pensés par les enseignants comme étant « démissionnaires », sont tout au contraire plutôt des « missionnaires » ; c'est justement et paradoxalement cet investissement qui vient perturber le système didactique.

Ainsi, dans les milieux populaires étudiés par les auteurs, les parents investissent fortement le champ scolaire pour permettre à leurs enfants de « réussir socialement » ; aussi l'enjeu portant sur le travail hors école est d'autant plus important aux yeux de ces parents. Mais parfois, l'intervention des parents ou de la sphère familiale modifie de façon profonde le jeu didactique initié par le professeur. Et cela sous deux aspects que nous réinterprétons avec des outils venus de la didactique :

- Un aspect mésogénétique : en introduisant de nouveaux objets matériels ou conceptuels. Se souvenant de leur propre scolarité, ils enseignent à leur tour d'une façon qui se rapproche de celle qu'ils ont connue pour tel ou tel objet de savoir, sans se préoccuper des évolutions dans leur transposition didactique. Ainsi, certains parents font faire des exercices supplémentaires à leurs enfants pour les entraîner, mais sans se préoccuper de ce qui a pu être étudié en classe ; autrement dit sans se préoccuper de la nature des organisations mathématiques relatives à tel ou tel objet de savoir.

- Un aspect chronogénétique : certains parents, soucieux de la réussite de leurs enfants, font prendre de l'avance sur des leçons non encore apprises, brouillant ainsi l'action didactique du professeur.

Sous ces deux aspects au moins, le système didactique formé à partir de la sphère familiale n'est plus un système didactique auxiliaire, en appui et dépendant du système didactique principal constitué en classe, mais devient un système didactique autonome.

Certains élèves n'identifient pas toujours les enjeux sous-jacents aux apprentissages et qui leur sont pour une part implicites. Par exemple Amidou, élève de 6e, passe beaucoup de temps à préparer le contrôle. Il pense que les attentes du professeur portent sur la mémorisation et la restitution d'un exemple et, de ce fait, n'identifie pas qu'il s'agit de s'approprier un modèle, exemplifié en classe, pour en construire d'autres. Beaucoup de parents se méprennent sur les objectifs des enseignants et renforcent donc le malentendu qui existe déjà entre l'élève et l'adhésion au contrat instauré par le professeur. Cet état de fait est d'autant plus accentué lorsque le parent se réfère au passé de sa propre scolarisation. On assiste alors, dans certains cas, à des systèmes qui, d'autonomes, peuvent venir en opposition au système didactique principal. On repasse alors du paradigme scolaire actuel qui envisage que l'élève construise « son » savoir à partir des directions données par l'enseignant, à un paradigme scolaire ancien, vécu par le parent, centré sur l'enseignant vu comme possesseur du savoir et qu'il faut donc écouter très attentivement.

Kakpo et Rayou mettent en évidence que l'action des parents obéit à des *logiques extra–cognitives.* Il s'agit de s'acquitter des devoirs scolaires : les parents utilisent des effets Topaze ou Jourdain mis en évidence par Guy Brousseau dès les premiers travaux sur le contrat didactique, de manière à ne pas passer trop de temps sur les devoirs. En effet, les activités du foyer nécessitent, elles-aussi, un temps nécessaire important et incompressible. La sphère familiale obéit ainsi à une logique de gain qui n'est pas *une logique de gain cognitif.*

Les auteurs concluent sur le fait que les élèves faibles se méprennent sur la nature des objets à travailler en suivant pour cela des logiques familiales ou sociales qui entrent en dissonance par rapport aux objectifs du système didactique principal : « La circulation des savoirs entre l'école et son extérieur est un facteur d'accroissement des inégalités sociales » (Kakpo & Rayou, 2010).

Dans une note du CREN de 2013, C. Michaut s'intéresse au travail personnel des lycéens. Il propose une typologie des élèves selon leurs manières d'étudier. Tout d'abord, les élèves relisent les cours (60,1 %), puis apprennent certains éléments du cours par cœur (39,5 %) et refont les exercices donnés par le professeur (33,3 %). Les techniques telles que synthétiser le cours sous forme de fiches synthétiques par exemple, ou de recherches supplémentaires sont des pratiques rares. Il classe les élèves en quatre groupes, en fonction de leur manière d'étudier.

Typologie des manières d'étudier au lycée selon C. Michaut



La première catégorie de lycéens est constituée des lycéens les plus studieux « les productifs ». Ils travaillent deux fois plus longtemps que la moyenne. Ils utilisent souvent les manuels et communiquent fréquemment avec les professeurs en dehors des cours. Ce sont généralement des lycéens provenant de milieux favorisés, d'un bon niveau initial et en filière générale. Ce sont les « bons élèves ».

La seconde catégorie est constituée des « laborieux ». Ils possèdent « les mêmes méthodes de travail en plus méticuleux que les productifs » (C Michaut). Ils se retrouvent plutôt dans les voies technologiques et ont un écart de 2,5 points au brevet des collèges en dessous des productifs. Malgré un travail conséquent, ils n'arrivent pas à atteindre des résultats à la hauteur de leurs attentes.

La catégorie des « dilettantes » est composée d'anciens bons élèves du collège, provenant d'un milieu social intermédiaire ou favorisé, ayant accédé aux filières générales. Ils passent moins de cinq heures par semaine à leur travail personnel et se contentent du minimum.

Enfin, Michaut présente une quatrième catégorie qu'il nomme « les oisifs ». Il s'agit d'élèves qui travaillent peu, sont très éloignés des exigences scolaires. Ils ne communiquent pas avec les enseignants et n'utilisent pas les manuels. Souvent inscrits en filière professionnelle, ils ont rencontré des difficultés scolaires au collège.

Dans notre étude, nous distinguerons d'une part les catégories « dilettantes », « productifs » et « laborieux » afin d'analyser la façon dont ils mobilisent des ressources et, d'autre part, la catégorie des « oisifs » dont le travail scolaire n'intéresse guère. Nous porterons notre attention sur cette dernière et sur les facteurs qui la poussent à une quasi-absence de travail personnel. Les catégories « Dilettantes » et « Productifs » semblent obtenir des résultats similaires au brevet des collèges, pour une charge moyenne de

travail qui passe d'environ 4 h 30 à 14 h. La catégorie des « Laborieux » quant à elle, pour un travail moyen de 9 h 30, obtiennent des résultats en-dessous de ceux escomptés. Les gestes de l'étude tels que relire les leçons, mémoriser certains éléments de cours, refaire certains exercices donnés par le professeur, que relève Michaut, amènent à une efficacité bien différente selon les élèves. Il est courant de rencontrer des élèves mis en difficulté par leur façon de travailler sans savoir comment travailler efficacement, sur quelle piste s'engager. A Barrère souligne aussi, quant à elle, l'existence de « la figure de l'élève qui travaille pour des résultats décevants ». Ainsi pour dépasser le constat simpliste du « manque de travail » ou du « travail superficiel » il paraît important de questionner la nature du travail réellement effectué par ces différentes catégories d'élèves. On ne peut guère laisser porter la responsabilité vers les parents et les familles. On peut simplement conclure existent des inégalités d'apprentissage et que les élèves développent, en dehors de la présence de l'enseignant certaines techniques d'études en autonomie didactique, à travers leur travail personnel et qui peuvent, selon les élèves, s'avérer efficaces ou non.

1.5.2 Au collège : la thèse de Félix (2002)

Nous présentons quelques-uns des résultats issus du travail de thèse de Christine Félix (2002). Elle y compare les *gestes d'études* réalisés en mathématiques et en histoire par des collégiens, en distinguant, dans son enquête, ce qu'elle nomme les moments ordinaires des moments héroïques. Les moments héroïques correspondent aux moments de préparation ou de révisions des contrôles, où les élèves passent plus de temps qu'habituellement à travailler les mathématiques. Les moments ordinaires concernent les devoirs du quotidien, donnés d'une séance à une autre. Voici ci-dessous les gestes, du plus fréquent au moins fréquent, qu'elle relève lors des moments ordinaires :

1. Lire la leçon sur le cahier (56 %)
2. Mémoriser les théorèmes et propriétés de la leçon (40 %)
3. Résoudre les exercices d'application donnés par le professeur tout au long de la séquence d'apprentissage (39 %)

Pour les moments héroïques, même si l'ordre diffère quelque peu, les mêmes gestes sont répertoriés.

1. Refaire les exercices et figures étudiés et corrigés par le professeur en classe (46 %)
2. Lire la leçon (20,5 %) ou les exercices (10,6 %)

Dans le travail personnel des élèves, deux *gestes* dominent : « Lire la leçon » et « Refaire les exercices. » Néanmoins, on ne peut pas nier l'existence de différences d'efficacité entre les élèves. C Félix en propose une explication grâce à une analyse différentielle des gestes en fonction des positions des élèves au regard de l'institution. Les élèves jugés « bons » n'étudient pas exactement les mêmes objets de savoir que les élèves jugés faibles par l'institution. En effet, les moments héroïques sont quasi-inexistants pour les bons élèves. L'essentiel de leur travail d'étude est réalisé pendant les séances en classe, contrairement

aux élèves en difficulté. Les élèves faibles, quant à eux, tentent de reconstruire à la maison le milieu d'étude de la classe, sans y parvenir. Alors que les professeurs sont persuadés d'une absence de travail chez certains élèves faibles, lorsqu'arrive le moment du contrôle, ces derniers ne font pas toujours le lien entre ce qu'ils ont révisé et les questions du contrôle.

Ils déclarent en effet : « Pour moi ce n'était pas censé être au contrôle, cela n'avait rien à voir avec ce que j'avais fait ». Le travail de thèse de Félix (2002) met en évidence que le milieu constitué par les élèves pour l'étude est une condition importante pour expliquer une part des différences entre les élèves : les bons élèves ne convoquent pas exactement le même milieu que les élèves moyens ou faibles. Pour les bons élèves, il existe une relation forte entre le système didactique principal et le système didactique auxiliaire. Ils savent décrypter l'implicite du contrat et les attentes du professeur, contrairement aux plus faibles. Le milieu est envisagé par Samuel Johsua et Christine Félix comme un environnement « à trous » d'un sous-système didactique. Ils précisent, dans un article intitulé « Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude », publié dans la *Revue Française de Pédagogie* n°141, en 2002 :

> Ce milieu est un milieu à trous - le trou compris pour l'instant comme « trou » du point de vue de l'élève, est ici un équivalent d'une ignorance à combler. Dans le nouveau milieu, il manque certains objets et rapports à ces objets. Combler ces « trous » (rebâtir un environnement stable et plus efficace) est justement l'objet de l'enseignement.

Un peu plus loin :

> Le milieu ainsi conçu peut être imaginé sous la forme d'un enclos borné par des frontières données. Il comporte à l'intérieur ce qui est considéré comme convenable pour bâtir des apprentissages nouveaux, y compris tous les éléments stabilisés. Ici il faut souligner que ces derniers peuvent eux-mêmes bouger dans ce processus. La question est donc plus qualitative (nature des trous nouveaux et des rapports aux autres savoirs) que purement quantitative. Calibré trop petit, cet enclos deviendra une prison, qui empêchera ou rendra difficile une prise de sens quant aux objets nouveaux traités. Calibré trop large, l'enclos contiendra trop de trous ingérables et le sens vagabondera. La plupart des enseignements se jouent entre ces deux modes extrêmes.

Dans notre thèse, nous n'envisageons pas le milieu dans le sens précédent. En effet, nous envisageons un milieu fait aussi des interactions possibles avec des documents extérieurs, comme le cours d'un autre élève, des discussions avec le professeur ou avec des camarades, y compris hors de la classe et du temps de l'enseignement, ou encore des interactions médiées lors d'exercices interactifs sur l'Internet Tous ces éléments se comportent comme des médias dans la mesure où ils portent une volonté d'informer.

1.5.3 Au-delà du collège : Silvy, Mario et Farah

La thèse de Silvy (2010) étudie les effets sur les apprentissages de la Restitution Organisée de Connaissances, désignée par l'acronyme ROC, dispositif instauré pour les

épreuves du baccalauréat scientifique en 2005. Il utilise le concept de site mathématique local défini par Erdogan et Duchet (2005) de la façon suivante :

> Le champ d'analyse des différents éléments estimés pertinents pour l'étude d'une question scientifique peut être modélisé comme un écosystème organisé d'êtres (objets, concepts et choses) et de relations nourri par son substrat, partie souvent invisible à première lecture appelé site mathématique local. Le site mathématique local est suffisamment ancré chez le résolveur pour lui permettre les investigations nécessaires à l'étude de la question.

Le « résolveur » trouve dans cet écosystème les éléments clef qui permettent l'apprentissage d'une démonstration, à travers les ROC.

> Rendre effectif l'enseignement de la démonstration au moyen des ROC nécessite un questionnement didactique, un « déploiement de l'épaisseur du texte ». Nous l'opérons par la construction de leur site mathématique local. (Silvy, 2010)

Ses recherches sont surtout centrées sur l'apprentissage des démonstrations dans le travail personnel de l'élève, ce qui n'est pas le cas dans notre recherche.

Mario (2012), quant à lui, s'intéresse aux meilleurs des élèves de Terminale Scientifique et à leur façon d'étudier certains grands domaines mathématiques au programme : analyse, lois de probabilités, similitudes. Sa méthodologie est basée sur les épisodes biographiques. Mario s'est pour cela rendu dans les familles afin de pouvoir observer les gestes d'étude dans lesquels s'engagent ces bons élèves. Il montre comment les bons élèves se fabriquent un répertoire de savoirs efficaces et s'enseignent à eux-mêmes.

La thèse de Farah (2015) porte sur le travail personnel des étudiants de classe préparatoire aux grandes écoles de commerce. Elle s'intéresse au lien qui existe entre l'organisation institutionnelle de l'étude pour ces étudiants et l'organisation de l'étude personnelle, notamment dans une perspective d'évolution sur les deux ans. Pour cela elle observe les aménagements proposés dans la filière, puis au niveau plus petit, dans des classes particulières, afin d'aider les élèves à étudier. Elle prend aussi en compte les relations qui se tissent entre étudiants et celles entre étudiants et professeurs. Pour finir elle identifie, chez les « bons » étudiants, les facteurs de leurs réussites. Au-delà d'une qualité de persévérance présente chez les bons étudiants, Farah repère certains éléments intéressant notre étude. Les bons élèves ont recours à des plans de travail détaillés qui organisent leur travail personnel. Au niveau des interactions, les bons sont nombreux à poser des questions au professeur et à travailler en groupes, alors que les faibles « se replient sur eux-mêmes et renoncent aux interactions ayant sans doute perdu espoir et abandonné les mathématiques » (Farah, 2015, p. 508). De plus ceux qui sont en réussite identifient les points qui leur posent problème. Ils font des fiches insérant des éléments qui viennent des exercices. Ils travaillent des exercices longs et peu les exercices simples. Ils vérifient en outre qu'ils connaissent sur le bout des doigts leurs formules.

Dans notre travail, les données empiriques que nous recueillons n'ont pas vocation à se centrer sur les élèves en réussite. Il s'agit de décrire une certaine réalité de l'étude, quel que soit le niveau de l'élève. Par ailleurs, ces deux derniers travaux proposent des représentations de l'étude d'élèves en Terminale scientifique pour l'un, à l'université pour l'autre. Il est fort possible que ces niveaux de classe induisent des comportements différents de ceux attendus au collège. La classe de Terminale est en effet un palier d'orientation pour les filières post-baccalauréat et, à ce titre, cet enjeu induit une pression certaine et des formes particulières sur l'étude personnelle. Pour les classes préparatoires aux grandes écoles, Farah indique qu'en fin d'année 60 %des étudiants ont une moyenne inférieure à 8/20, ce qui n'est pas le cas en collège. La pression liée aux contraintes de programmes des classes préparatoires et au nombre limité d'heures d'enseignement oblige les étudiants à s'engager personnellement dans une étude autonome conséquente, en supplément des séances d'enseignement. Le temps d'apprentissage est grandement exporté hors du temps de classe. En collège la situation est toute autre, comme le note un enseignant de collège : « les élèves doivent repartir à la maison en ayant commencé le travail ou en ayant compris ce qu'ils doivent faire. »

Cependant, même si les conditions ne sont pas identiques, on peut extraire de ces conclusions certains facteurs qui devront faire l'objet d'une attention toute particulière : la gestion temporelle du travail, le lien entre les exercices et la leçon, la nature des exercices révisés longs et difficiles ou simples et courts, ainsi que les éléments mémorisés.

1.5.4 Les aides à l'étude : thèses de Esmenjaud-Genestoux et de Erdogan

Deux travaux de thèse s'intéressent aux aides à l'étude, mais ne portent pas sur des élèves du niveau du collège que nous observons. En effet, la thèse d'Esmenjaud-Genstoux[16] concerne plutôt des écoliers et celle d'Erdogan des lycéens.

La thèse de Esmenjaud-Genestoux (2012) porte sur l'accompagnement des familles lors du travail scolaire à l'école primaire et au début du collège. Sa thèse, qui se place dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques, s'intéresse notamment à l'apprentissage des tables de multiplication. Son objectif est l'analyse des interventions familiales en tant que régulation des apprentissages. Elle distingue deux positions prises par la famille, celle de résolveur de problèmes et celle d'accompagnateur de la résolution.

> Il s'avère qu'un parent susceptible de construire seul une réponse correcte à un exercice posé au collège, peut se trouver en posture délicate pour impulser ou relancer l'activité mathématique de l'enfant. (Esmenjaud-Genestoux, 2012, p. 471)

Elle modélise les fonctions didactiques de l'accompagnement scolaire. Cela lui permet de mettre en évidence que les parents et les accompagnateurs ne possèdent pas toujours les

[16] Ses travaux portent aussi sur la classe de 6e mais en lien avec les apprentissages à l'école primaire.

connaissances didactiques empiriques nécessaires afin d'aider de manière pertinente leur enfant. Ils sont influencés par des représentations sociales, diffusées par la noosphère, des institutions d'appui médicalisées, des vulgarisations de recherches en éducation, ou encore par les médias. Certains objets de savoirs sont renvoyés vers l'environnement familial sans accompagnement. Elle introduit le concept de processus de *dédidactification par la culture courante de l'entraînement au calcul.* Dans sa thèse elle propose des pistes de remédiation, sans chercher à augmenter les compétences didactiques des aides à l'étude, et elle en éprouve la mise en place avec succès sur une élève en difficulté. La remédiation passe par la confection d'*assortiments didactiques* qui consistent en un panel de situations à propos de quelques savoirs choisis et qui viseraient à remathématiser l'activité des élèves en limitant les interventions indésirables de parents.

Dans sa recherche, elle s'intéresse aux aides à l'étude provenant de la famille ou organisée par l'école et qui ont des effets néfastes sur les apprentissages des élèves et l'objectif qu'elle vise est la proposition de solutions dans les situations problématiques d'accompagnement des élèves. Notre travail vise plutôt à décrire la réalité de l'étude dans un sens plus large. Par conséquent, elle englobe aussi les interventions d'aides à l'étude qui vont permettre, soit de maintenir un certain degré de conformité par rapport aux attendus de la classe, soit de permettre un apprentissage, à partir d'une intervention bénéfique. Nous relatons ci-dessous des extraits d'un deuxième travail de thèse, celui de Erdogan (2006).

Erdogan travaille sur le domaine algébrique (calcul algébrique et fonctions) au niveau de la classe de 2de. Il part de l'hypothèse que le travail personnel pose problèmes à de nombreux élèves de ce niveau. Il construit un dispositif de diagnostic dans l'objectif de proposer des améliorations aux conditions de l'étude. Il met en évidence que l'organisation des programmes est source de difficultés chez les élèves, et cela se répercute pour l'étude autonome : le programme n'est pas pensé dans une logique de continuité. L'exigence d'autonomie portée par les professeurs de lycée envers leurs élèves a amené par le passé à la mise en place de dispositifs comme les modules ou l'aide individualisée. Il définit la notion de *site mathématique*. Le site mathématique est « le vaste réseau structuré d'objets mathématiques et de relations entre ces objets, un champ stable de connaissances mathématiques pertinentes. » (Erdogan, 2006). Il utilise la notion de site pour identifier une rupture dans le domaine algébrique entre le collège et la classe de seconde. Cette rupture est pour lui « indispensable mais bâtie sur du sable ». Trois des résultats obtenus dans sa thèse intéressent notre étude.

En premier lieu il observe des praxéologies qui, au niveau des programmes, ne sont pas complètes :

> Nous observons d'une part des techniques pour un certain nombre de types de tâches dont la justification n'appartient pas aux contenus d'enseignement concerné (par exemple, étude du sens de variation) parce que ces tâches sont censées seulement assurer une ouverture pour la suite des études et un lien entre le travail algébrique et le travail fonctionnel. Nous observons

d'autre part des technologies sans techniques (variations et extrema) [...]» (Erdogan, 2006, p. 383)

Deuxièmement, il note l'absence de technologies dans l'enseignement du domaine algébrique : « L'enseignement est majoritairement appuyé sur les exercices et le savoir est plus que jamais réduit à son expression évaluable. » (Ibid., p. 385)

Troisièmement, dans les classes où les professeurs portent la volonté d'organiser l'étude autonome des élèves et où les élèves entretiennent un rapport aux mathématiques « favorable », Erdogan observe une plus grande autonomie des élèves : « […] la question de l'autonomie qui en découle dépend en partie des positions scolaires des élèves (bon élève, moins bon) mais surtout de l'institution-classe à laquelle ils appartiennent. »

Ces deux travaux s'intéressent à la problématique de l'aide à l'étude dans l'intention de proposer des pistes d'amélioration. En d'autres termes, ils cherchent comment mettre en place une aide à l'étude qui soit plus efficace. Notre problématique est inverse. Il s'agit pour nous de comprendre les mécanismes qui entrent en jeu lorsque l'élève convoque une aide à l'étude. Notre objectif premier n'est pas la recherche d'une amélioration du système pour une aide plus efficace – celle-ci ne peut être envisagée qu'après une étude empirique de la réalité des formes générales et diversifiées que prend l'étude personnelle –, mais plutôt d'appréhender ce qui se joue dans les techniques d'étude existantes, que ce soit avec ou sans aide à l'étude.

1.5.5 Les travaux de Castela

C. Castela s'intéresse au travail personnel, d'une part au niveau du lycée, dans les activités de résolution de problèmes et, d'autre part, dans l'enseignement supérieur, en comparant notamment les gestes de l'étude dans les classes préparatoires aux grandes écoles et en licence de mathématiques. Ses recherches concernent un public plus âgé que des collégiens. Au lycée l'étude porte sur trois classes de la banlieue rouennaise, de recrutement mixte : rural, urbain et « populaire ». Elle s'engage dans une recherche qui étudie l'effet d'un dispositif d'aide au travail en classe de 1re Scientifique. Elle analyse les aspects du travail personnel des élèves à partir du modèle de la structuration du milieu tel qu'il est proposé en Théorie des Situations Didactiques. Dans le supérieur, la recherche est partie d'un constat établi sur l'IUFM de Rouen, à propos de l'observation du fait suivant : le taux de réussite des élèves ayant suivi une année de classe préparatoire aux grandes écoles était supérieur au taux de réussite des autres au concours du CAPES de mathématiques. Ils développaient des aptitudes différentes à la résolution de problèmes lors de leur travail personnel. L'enquête menée par C. Castela repose sur un questionnaire passé auprès d'un panel d'étudiants et sur des entretiens. Ses conclusions sont inscrites au sein du modèle de structuration du milieu. Nous détaillerons plus tard ses conclusions afin de les mettre en perspective avec nos résultats sur les collégiens.

1.6 Conclusion

La prise en compte de travaux portant des points de vue très divers apporte des éléments de réflexion permettant de nourrir la problématique sur laquelle repose ce travail de thèse.

Nous nous plaçons au niveau du collège, ce qui confère des particularités à l'étude. Contrairement aux recherches réalisées sur le lycée et l'université, on peut raisonnablement supposer que l'étude autonome demandée au collège est moins conséquente ; cela ne signifie pas que cette étude hors classe n'existe pas. Mais pour la majorité du temps qui lui est consacré, il s'agit essentiellement de travailler les organisations mathématiques enseignées en classe, et non d'aller au-delà. Pour reprendre les données établies par Glasman, le temps consacré à l'étude autonome au collège, quelle que soit la discipline concernée, correspond à une moyenne d'environ une heure chaque soir de la semaine.

Le collège nous semble être un maillon essentiel, car situé au carrefour de l'école primaire où les devoirs scolaires vivent peu, et en amont du lycée où les professeurs exigent de leurs élèves, dès la classe de 2de, d'avoir acquis des méthodes de travail robustes. Notre travail s'intéresse ainsi au collégien qui étudie, certes en dehors de la classe, mais en visant la position qu'il occupe en classe. Pour cela, il a à sa disposition des moyens d'étude : leçons et exercices faits en classe, livres, conseils des parents, ou encore Internet. Ces ressources sont à prendre au sens large puisqu'elles peuvent être aussi constituées de conversations avec des camarades ou des surveillants, ou même sous la forme de questions adressées aux professeurs en dehors du temps de classe, comme on l'a vu dans la thèse de Farah.

L'élève se crée ainsi un *milieu* d'étude. Le concept de milieu que nous utilisons est pris dans un sens élargi par rapport à celui qui le voit considéré comme étant dénué d'intentions, car l'intervention de médias est possible, et sans doute fréquente. Ce travail personnel n'est donc pas forcément toujours réalisé en autonomie ; notamment si une tierce personne intervient, d'une manière ou d'une autre, en y apportant son aide, ses questions, ses réponses, ses moyens, y compris matériels (manuels, cahiers, etc.) Les diverses ressources présentes dans le milieu informent l'élève, s'il parvient à s'en servir, sur les objets de savoirs qu'il a à étudier : nous les considérons donc comme des médias. A partir des moyens d'étude matériel (documents divers) et / ou humains (aides venus de parents, de camarades, discussions) qu'il s'est mis ou qu'on lui a mis à disposition, l'élève est alors susceptible de se poser des questions et de construire des réponses. Nous ne ferons pas porter notre recherche sur les personnes ou dispositifs aides à l'étude, comme c'est le cas dans les thèses d'Erdogan et d'Esmenjaud-Genestoux. Nous les envisageons plutôt comme une ressource disponible, devenant pour l'élève un média comme un autre. La description du milieu que nous venons de tracer à grands traits correspond au milieu du schéma herbartien développé tel que théorisé en Théorie

Anthropologique du Didactique (*cf.* Chevallard, 2017)[17]: $M = \{R_1^{\lozenge}, R_2^{\lozenge}, \ldots, R_n^{\lozenge}, Q_{n+1}, \ldots, Q_m, O_{m+1}, \ldots, O_p\}$ où les $R_i^{\lozenge}$ sont des réponses « toutes faites » venues de « la culture », y compris de l'Internet, à la validité non garantie, les Q_j sont des questions engendrées par l'étude d'une question première, par exemple comment étudier telle ou telle notion enseignée en classe, les O_k sont des œuvres, par exemple déposées dans diverses ressources. C'est donc ce modèle que nous utilisons pour développer notre recherche sur les techniques d'étude des collégiens.

[17] Chevallard, Y. (2017). La TAD et son devenir : rappels, reprises, avancées. In Cirade & al. (Eds) *Evolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société*, Actes du 4e congrès international sur la théorie anthropologique du didactique (TAD), 21-26 avril 2013. Université de Toulouse Jean Jaurès.

2. Cadre théorique et genèse des questions

L'enjeu de ce chapitre réside dans la présentation du cadre théorique, cadre indispensable à l'analyse des matériaux empiriques recueillis. Pour outiller nos données nous nous plaçons dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique. Ce qui suit expose les outils théoriques choisis, provenant de la TAD. Dans cette perspective, l'étude personnelle sera modélisée à l'aide du *schéma herbartien*. Nous mettons aussi en perspective la manière grâce à laquelle nous allons mobiliser ces outils pour notre recherche.

2.1 Organisation praxéologique

Notre sujet d'étude s'attache à cerner les techniques d'étude des collégiens utilisées pour accomplir leur travail personnel en mathématiques. Celui-ci porte nécessairement sur un objet mathématique que le professeur a indiqué comme étant à étudier. En effet, le professeur à travers son enseignement mais aussi par l'intermédiaire des devoirs à la maison, indique à l'élève certains des objets de savoirs qui constituent les enjeux de l'apprentissage. Il peut s'agir d'apprendre par cœur le théorème de Pythagore, de s'engager dans un exercice sur les équations, d'un calcul, ou encore d'une figure de géométrie à construire. Aussi, devant la variété des tâches à effectuer en dehors de l'école, nous recourrons à la notion d'organisation praxéologique ou de praxéologie (Chevallard, 1995) afin d'appréhender de manière plus précise l'objet de savoir à étudier et la manière de l'étudier. En effet :

> Le postulat de base de la TAD fait violence à cette vision particulariste du monde social : on y admet en effet que toute activité humaine régulièrement accomplie peut être subsumée sous un modèle unique, que résume ici le mot de praxéologie. (Chevallard, 1998)

Revenons un instant sur cette notion. A la base de tout devoir à la maison donné à faire aux élèves par le professeur, se trouve une tâche. Par exemple « Calculer $3^2 \times 3^3$ ». Cette tâche n'est pas donnée pour elle-même par le professeur en classe de 4e, mais plutôt comme le représentant de tâches du même type à savoir calculer $a^n \times a^p$ où a est un nombre décimal non nul, et où n et p sont deux entiers naturels. Cette classe de représentants appartenant tous au même type est désigné en TAD comme étant un *type de tâches* (Chevallard, 1995). Yves Chevallard fait trois remarques à ce sujet :

> Tout d'abord, la notion de tâche employée ici est à l'évidence plus large que celle du français courant : se gratter la joue, marcher du divan jusqu'au buffet, et même sourire à quelqu'un, sont ainsi des tâches. Il s'agit là d'une mise en pratique particulièrement simple du « principe anthropologique » évoqué plus haut. Ensuite, la notion de tâche, ou plutôt de type de tâches, suppose un objet relativement précis. Monter un escalier est un type de tâches, mais monter, tout court, n'en est pas un. De même, calculer la valeur d'une fonction en un point est un type de tâches ; mais calculer, tout court, est ce qu'on appellera un genre de tâches, qui appelle un

> déterminatif. Concrètement, un genre de tâches n'existe que sous la forme de différents types de tâches, dont le contenu est étroitement spécifié. Calculer... est un genre de tâches ; calculer la valeur (exacte) d'une expression numérique contenant un radical est un type de tâches, de même que calculer la valeur d'une expression contenant la lettre x quand on donne à x une valeur déterminée. Tout au long des années de collège, le genre Calculer... s'enrichit de nouveaux types de tâches ; il en sera de même au lycée, où l'élève va d'abord apprendre à calculer avec des vecteurs, puis, plus tard, à calculer une intégrale ou une primitive, etc. Il en va de même, bien sûr, des genres Démontrer..., Construire..., ou encore Exprimer... en fonction de... Enfin, tâches, types de tâches, genres de tâches ne sont pas des donnés de la nature : ce sont des « artefacts », des « œuvres », des construits institutionnels, dont la reconstruction en telle institution, par exemple en telle classe, est un problème à part entière, qui est l'objet même de la didactique. (Chevallard, 1998)

Revenons à l'exemple ci-dessus, exemple d'un travail à la maison. Comment l'élève va-t-il s'engager dans l'exercice, autrement dit dans la tâche qui consiste à calculer le produit $3^2 \times 3^3$? Il peut revenir la définition de la puissance d'un nombre et écrire : $3^2 \times 3^3 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3) = 9 \times 27 = 243$. On peut aussi imaginer qu'il recourre aux propriétés des puissances, même si elles ne sont plus au programme du collège, via une aide à l'étude, parent, surveillant, etc. On pourra lire sur le cahier de l'élève : $3^2 \times 3^3 = 3^5 = 243$; le nombre 243 étant trouvé grâce à la calculette ou par multiplications successives à la « main ». Ainsi pour la même tâche « Calculer $3^2 \times 3^3$ » on trouve deux manières de faire qui ne sont pas propres à la tâche mais au *type de tâches* considéré. A chaque *type de tâches T*, est associée une ou plusieurs *techniques* τ qui permettent d'accomplir les tâches de ce type. Le groupe $[T/\tau]$ formé du type de tâches *T* et d'une technique τ est désigné comme constituant le bloc pratico-technique :

> Soit donc *T* un type de tâches donné. Une praxéologie relative à *T* précise (en principe) une manière d'accomplir, de réaliser les tâches $t \in T$: à une telle manière de faire, τ, on donne ici le nom de technique (du grec tekhnê, savoir-faire). Une praxéologie relative au type de tâches *T* contient donc, en principe, une technique τ relative à *T*. Elle contient ainsi un « bloc » $[T/\tau]$, qu'on appelle bloc pratico-technique, et qu'on identifiera génériquement à ce qu'on nomme couramment un savoir-faire : un certain type de tâches, *T*, et une certaine manière, τ, d'accomplir les tâches de ce type. (Chevallard, 1998)

L'élève qui utilise la première technique recourt à un élément mathématique qui justifie et produit la technique qu'il emploie : la définition de la puissance d'un nombre. Dans le deuxième cas, la technologie est constituée des propriétés des puissances. On voit ici qu'aucune de ces techniques ne saurait exister sans l'appui d'éléments qui viennent les produire, les justifier, voire les rendre compréhensible à quelqu'un qui se demanderait pourquoi cela. Car :

> Pour être viable, une technique doit apparaître comme compréhensible et justifiable. Cette double fonction est prise en charge par un « discours » spécifique, la technologie de la technique. À son tour, la technologie d'une technique donnée doit apparaître comme compréhensible et justifiable : on appelle théorie la technologie d'une technologie. (Chevallard, 1995)

Ce discours « logos » tenu sur la technique appelé technologie, notée θ, est lui-même justifié par des éléments désignés par Yves Chevallard comme constitutifs de la théorie et notée Θ. Le duo technologie /théorie [θ/Θ] forme ainsi le *bloc technologico-théorique* et le quadruplet [T/τ/θ/Θ] une praxéologie ponctuelle.

> Le tout, noté [T/τ/θ/Θ], constitue une praxéologie ponctuelle, ce qualificatif signifiant qu'il s'agit d'une praxéologie relative à un unique type de tâches, *T*. Une telle praxéologie – ou organisation praxéologique – est donc constituée d'un bloc pratico-technique, [T/τ], et d'un bloc technologico-théorique, [θ/Θ] (Chevallard, 1998).

Pour enquêter sur les techniques d'étude, il est au prélabale nécessaire de les rapporter à une ou des institutions, notées *I*. Il peut s'agir de la classe, dans laquelle des individus x occupent la position d'élèves p_E, et où, généralement un individu y occupe celle p_P de professeur, qui « aide » les x à étudier une organisation mathématique *O*. Il peut aussi s'agir d'une institution constituée d'un groupe d'élèves qui occupent des positions p_E et p_P selon le type de tâches qu'ils travaillent (Méjani & Matheron, 2018). Ou encore d'une institution constituée d'un élève et d'une aide à l'étude, surveillant, parents, frère ou sœur, etc. Le cas fréquent est celui constitué d'un élève seul travaillant une tâche d'un type donné. Dans ce cas encore, et comme l'élève est une personne, autrement dit un individu multi-assujetti aux institutions qui l'ont constitué, il reste, malgré ce qu'on pourrait voir comme une absence d'institution, sujet d'une institution ou de plusieurs : élève d'une classe assujetti au travail scolaire qui lui est demandé, enfant dans sa famille plus ou moins assujetti aux attentes qu'elle porte ou non sur lui, camarade d'un groupe de jeunes du quartier dont on attend la fin du temps des devoirs afin qu'il le rejoigne, etc. On considèrera alors, par exemple, le type de tâches *T* « réviser le contrôle portant sur l'objet ou l'organisation mathématique *O* enseignée dans la classe de M. ou M^{me} y ». La question dont on attend une réponse que l'on recherche porte sur les techniques que mettent en oeuvre les élèves pour accomplir *T*. Vont-ils relire le cours ? Vont-ils refaire tous les exercices faits en classe ou seulement certains, etc. ?

La question porte aussi sur l'objet de l'étude. En effet, par exemple, que recherche l'élève à travers la relecture du cours, est-ce que ce sont des ingrédients du bloc pratico-technique, comme l'étude de la technique de calcul des puissances sur l'exemple précédent, ou bien des éléments technologico-théoriques comme la définition de la puissance d'un nombre ? A partir des gestes qu'accomplit l'élève, on cherche à mettre en évidence les praxéologies d'étude et notamment les technologies qui pilotent le bloc pratico-technique que nous montrent les gestes d'étude observés. Les technologies qui pilotent le bloc pratico-technique d'étude proviennent des rapports à l'étude qu'entretiennent les élèves aux mathématiques. Ces rapports, nous l'avons vu au paragraphe 1. 3, ne sont guère que les reflets des représentations sociales de l'étude, dont nous avons dégagé quelques champs.

Par exemple, le fait qu'un élève ne produise que le geste de relecture de sa leçon pour réviser peut relever d'une technologie de l'étude mettant en exergue la dimension technologique de l'organisation mathématique, au détriment de sa dimension pratico-

technique. C'est ce qu'avait mis en évidence Matheron (2000) dans sa thèse où il avait observé deux élèves de Terminale S qui, pour étudier les mathématiques, consacraient leur temps à la constitution de fiches dans lesquelles figuraient définitions et théorèmes, au détriment d'un temps qui aurait dû être consacré à la résolution des types de tâches des organisations mathématiques enseignées, attendue lors des évaluations. Il s'agit là d'un exemple à titre illustratif et non pas démonstratif.

La suite de notre travail s'attelle à étudier chaque cas de manière particulière et précise. La question qui nous anime est donc le lien entre ces représentations sociales que l'on peut rapprocher des $R_i\lozenge$, les réponses « toutes faites » venues de « la culture », qui parfois semblent aller de soi – du type « le Soleil tourne autour de la Terre *parce que*… on le voit le matin à l'Est et le soir à l'Ouest où "il se couche" pour réapparaître au même endroit le lendemain matin » –, et qui fournissent la technologie de l'étude commandant les manières d'étudier, les techniques d'étude. Notons qu'existe dans notre analyse et à ce niveau une imbrication entre au moins deux praxéologies : les élèves mettent en œuvre des *praxéologies d'étude* qui portent sur des objets de savoirs eux-mêmes organisés en *praxéologies mathématiques*.

Nous voulons donc mettre en exergue les praxéologies d'étude $[T/\tau/\theta/\Theta]$ des collégiens, du moins dans leur bloc pratico-technique. Ces praxéologies existent dans les familles puisque nécessairement plongées dans une société et partageant certaines de ses représentations sociales mais, comme on l'a vu depuis l'étude des prescriptions venues du ministère ou des discours tenus par les professeurs, elles ne sont pas unifiées et, au sein de l'institution, sont incomplètes. En se référant au chapitre I de notre recherche, les praxéologies effectives d'étude sont grandement inconnues des professeurs.

2.2 Rapports institutionnels et personnels

Nous poursuivons dans la modélisation de l'étude telle que proposée en TAD. Pour ce faire nous revenons en premier lieu sur les notions de rapports institutionnels et personnels. Les objets de savoir que l'élève a à étudier lors de son travail personnel vivent dans une ou des organisations mathématiques qui ne sont pas données *a priori*. Ce sont des constructions humaines produites au sein d'institutions, transposées et vivantes dans d'autres. Ces dernières peuvent être les noosphères de l'Education Nationale, à travers programmes et bulletins officiels fixant quelques-uns des attendus mathématiques. Chaque professeur de collège fait sien ces programmes en poursuivant la transposition didactique. Il est aussi sujet de plusieurs autres institutions qui relèvent de l'enseignement et de l'éducation : son établissement et au sein de celui-ci ses classes, les structures dans lesquelles il intervient, conseil de classe ou pédagogique, conseil de professeurs, réunions parents professeurs, éventuellement conseil d'administration, syndicat, etc. Toutes sont des institutions auxquelles il s'assujettit et qui façonnent son rapport personnel à l'enseignement et à l'éducation.

Comme on l'a dit, dans l'institution « classe » se trouvent plusieurs positions constitutives des rôles que chacun a à assumer : en première approche la position de

professeur p_P et celle d'élève p_E, même si la délimitation n'est pas toujours si nette du côté des élèves. Hors classe, chez lui, l'élève travaillant de manière plus ou moins autonome, sont à prendre en considération d'autres institutions qui influent sur les positions qu'il est amené à occuper : selon les types d'assujettissement qui sont les siens dans sa famille, selon la conversion qu'il opère de ses propres assujettissements extérieurs, et selon les types d'aide à l'étude dont il bénéficie ou pas. Sur ce point et comme on l'a vu précédemment (Assude, Félix, Leroy, Matheron, Mercier, 2010), l'aide à l'étude s'il existe, n'endosse pas toujours la position de professeur, c'est-à-dire de celui qui enseigne et dirige l'étude ou, dans ce cas, dirige la remise ou la poursuite de l'étude. Il peut par exemple prendre la position d'*éducateur,* qui renonce à entrer dans les savoirs mathématiques ou de *parent,* qui veille uniquement à ce que les devoirs soient faits. Ces positions déterminent la part de responsabilté que chacun s'attribue et ce qui se joue entre les différents acteurs dans une situation d'étude hors classe ; positions d'autant plus importantes à prendre en considération que dans l'étude personnelle, un seul acteur, l'élève, est aussi sujet, dans un temps différent, du système didactique principal. Ainsi coexistent deux systèmes didactiques : le système didactique principal et celui qui est auxiliaire et plus ou moins subordonné. La coupure entre les deux est impossible à plus d'un titre, comme le relève Chevallard (2018) :

> Didactic systems are rarely in total isolation. Much to the contrary, they usually live in associations comprising generally at least a core system that we call the principal didactic system (PDS) and a number of peripheral systems called auxiliary didactic system (ADS). The most widespread, though often debated, of these associations is, in all likelihood, that of a class $C(X, y)$ (which is the place of the succession of PDSs) together with the auxiliary system $S(x, y^*, o)$ devoted to homework— in that case, the "helper" y^* may be x's mother or father or some older sibling of x, or may not exist at all. (Chevallard, 2018, p. 15)[18]

Dans une situation d'étude hors classe, « autonome », un élève peut-il à certains moments endosser la position de professeur ? Les conclusions de Mario (2012) nous laissent entrevoir cette possibilité qui se produit non pas sous une forme didactique classique chez des élèves brillants de Terminale scientifique, mais sous une forme autodidactique. En effet, les excellents élèves de Terminale S « s'enseignent à eux-mêmes ».

La relation didactique qui relie le professeur à l'élève est réglée par un *contrat didactique.* Celui-ci est constitué de l'ensemble des attentes adressées aux partenaires de la relation didactique, et liées aux objets de savoir mis en jeu ; autrement dit des attentes dirigées vers le *topos* assigné et occupé par chacun. « Alors se noue une relation qui

[18] Ce qu'on peut traduire par : « Les sytèmes didactiques sont rarement totalement isolés. Bien au contraire, ils vivent généralement dans des associations comprenant au moins un système de base appelé système didactique principal et plusieurs systèmes périphériques appelés sytèmes didactiques auxiliaires. La plus répandue bien que débattue, de ces associations est vraisemblablement une classe $C(X, y)$ avec le système auxiliaire $S(x, y^*, o)$ consacrés aux devoirs — dans ce cas l' "aide" y^* peut être la mère ou le père de x, ou un frère plus âgé de x, ou peut ne pas exister du tout. »

détermine – explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement – ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné a la responsabilité de gérer et dont il sera d'une manière ou d'une autre responsable devant l'autre. » (Brousseau, 1986). Ainsi l'adhésion au *contrat didactique*, qui est relatif aux connaissances en jeu, entraîne-t-elle plusieurs conséquences. Le professeur doit créer des conditions suffisantes pour que les élèves puissent s'approprier les objets de savoir et reconnaître cette appropriation quand elle se produit. Mais l'élève, lui aussi, est supposé satisfaire ces conditions. En conséquence, l'analyse des gestes de l'étude des collégiens en mathématiques ne peut s'établir qu'en rapport avec le contrat didactique installé dans la classe. Ce contrat, comme on sait, est en perpétuelle négociation. Ce que rappelle Félix (2002) à propos de la position d'élève en étude hors classe :

> Cette négociation didactique lui permet d'accepter de s'assujettir au contrat didactique afin d'entamer le travail d'acquisition des savoirs, puis de s'en détacher en rompant avec l'intention d'enseignement du professeur en vue de poursuivre le travail d'institutionnalisation, en classe et à la maison, lui permettant de transformer son savoir en connaissance. Dit autrement, ce travail de la technique de référence, appris et répété en classe et à la maison, durant les moments ordinaires de l'étude, l'autorise, après avoir importé la totalité du milieu didactique principal (MDP), à retirer certains objets et rapports à ces objets du milieu didactique auxiliaire (MDA).(Félix, 2002)

Quelles sont les organisations mathématiques provenant de la classe et reprises lors du travail personnel. Selon Félix, « la totalité du milieu didactique principal est importée ». Les techniques, technologies étudiées par les élèves sont-elles celles issues du système didactique principal ou sont-elles extérieures, en provenance de l'Internet, de manuels, ou encore d'aides à l'étude, ou des deux ? Ce contrat englobe aussi les attentes du professeur et de l'élève en termes de techniques d'études, relevant de connaissances métamathématiques.

Ainsi lorsque l'élève étudie, il effectue cette activité sous la pression d'un contrat didactique. Cette pression est sans doute plus forte à l'approche des devoirs notés. Deux moments clefs de l'étude ont suscité notre intérêt : celui des révisions d'un « devoir surveillé » en classe et celui du « devoir maison ». Reprenant les notations venus de la précédente citation de Y. Chevallard, nous solliciterons des classes $C(X, y)$ de mathématiques et leur professeur noté y. L'étude personnelle des élèves x appartenant à X, qui travaillent en dehors de la classe mais pour la classe, consiste à reprendre l'étude réalisée, et à réorganiser, ou encore à compléter les organisations de savoirs enseignés. Ces gestes se tiennent dans la sphère privée, en dehors du regard de y. L'absence de y marque aussi l'absence de l'emprise professorale. L'étude personnelle jouit donc d'une plus grande liberté, de moins de contraintes : liberté d'utiliser les cahiers, les manuels, l'Internet, toute aide utile à l'étude. Ce travail s'articule autour d'organisations mathématiques O pour lesquelles x a établi et continue d'établir et de faire évoluer un rapport personnel $R(x, O)$. C'est justement ce rapport personnel qui est constitué des objets de savoirs et des éléments d'organisations mathématiques qui les contiennent que l'élève s'approprie à partir de son étude, que nous souhaitons mettre en exergue. Ce

rapport englobe tout ce que « sait, pense, imagine, rêve, fantasme x à propos de O. » (Chevallard, 2018). L'élève peut très bien méconnaître l'organisation mathématique *O,* ou au contraire la maîtriser sur le bout des doigts.

> Objects are the stuff that the world we describe is made of. Now we can reformulate the basic notions of our theory of cognition, taking for granted the twin notions of *personal relation* [*rapport personnel*, *relación personal*] and *institutional* (or *positional*) *relation* [*rapport institutionnel* (or *positionnel*), *relación institucional* (or *posicional*)] to an object *o*, classically denoted by $R(x, o)$ and $RI(p, o)$, respectively. Given an instance u and an object o, let us set $R(u, o) \stackrel{\text{def}}{=} R(x, o)$ if $u = x$ and $R(u, o) \stackrel{\text{def}}{=} RI(p, o)$ if $u = (I, p)$. We say that an instance *u knows* the object *o if and only if* we have $R(u, o) \neq \emptyset$. (Chevallard, 2018, p. 4)[19]

Revenons à l'exemple des puissances de 3. Les élèves ont à résoudre un exercice à la maison : « Calculer $3^2 \times 3^3$ ». Imaginons un premier élève x_1. C'est un élève qui sait comment résoudre l'exercice non seulement parce qu'il connaît la technique mais aussi parce qu'il connaît la définition de la notation puissance. Cet élève a développé une praxéologie autour du type de tâches « calculer le produit de deux puissances » à partir de son travail personnel à la maison, en collaboration avec le travail initié dans la classe. Cette organisation mathématique fait alors partie de l'ensemble des praxéologies avec lesquelles x_1 a établi un rapport et qui n'est autre que l'univers praxéologique de x_1. Imaginons un deuxième élève x_2 qui ne sait pas résoudre l'exercice. Il a « entendu parler » de puissance pendant le cours en classe et connaît la définition, mais ne sait pas à quoi cela sert, ni comment s'en servir. L'élève x_2 a un rapport personnel non vide à l'objet puissance. L'objet « puissance » appartient à l'ensemble des objets qui existent pour x_2. Cet ensemble définit l'univers objectal de x_2.

Dans cette étude, on souhaite mettre au jour la façon dont les élèves x_i construisent un tel rapport personnel, que ce rapport relève de l'univers praxéologique ou de l'univers objectal. Pour cela, on s'attache donc à décrire les objets et les rapports à ces objets ainsi que les praxéologies et les rapports personnels à ces praxéologies qu'entretiennent les élèves avec eux. Chevallard (2018) désigne par équipement cognitif (respectivement praxéologique) l'ensemble des couples formés par les objets et les rapports aux objets (respectivement les praxéologies et les rapports à ces praxéologies). Il les définit de manière générale pour une instance *u,* que nous pouvons considérer comme se rapportant à un élève particulier qui étudie.

Avec les notations empruntées à Yves Chevallard (2018), exposées lors du colloque CITAD 6, on a :

[19] Ce qu'on peut traduire par : « Les objets sont ce dont le monde que nous décrivons est fait. Nous pouvons maintenant reformuler les notions de base de notre théorie de la cognition, en tenant pour acquises les notions jumelles de relation personnelle [*rapport personnel*, *relación personal*] et relation institutionnelle (ou positionnelle) à un objet *o*, classiquement notées $R(x, o)$ et $R_I(p, o)$, respectivement. Etant donné une instance u et un objet o, soit $R(u, o) \stackrel{\text{def}}{=} R(x, o)$ si $u = x$ et $R(u, o) \stackrel{\text{def}}{=} R_I(p, o)$ si $u = (I, p)$. On dit que l'instance u connaît l'objet o si et seulement si on a :$R(u, o) \neq \emptyset$. »

- L'univers objectal de l'instance u est l'ensemble des objets dont le rapport de u à ces objets est non vide. $\Omega(u) \stackrel{\text{def}}{=} \{o \,/\, R(u,o) \neq \emptyset\}$
- L'univers praxéologique de u est l'ensemble des praxéologies P telles que le rapport de u à ces praxéologies est non vide. $\Omega^{\star}(u) \stackrel{\text{def}}{=} \{P/\, R(u,P) \neq \emptyset\}$
- L'équipement cognitif de u est l'ensemble des couples formés par les objets et les rapports personnels de u à ces objets $\Gamma(u) \stackrel{\text{def}}{=} \{(o, R(u,o) \,/\, o \in \Omega(u)\}$
- L'équipement praxéologique de u est l'ensemble des couples formés des praxéologies et des rapports de u à ces praxéologies. $\Gamma^{\star}(u) \stackrel{\text{def}}{=} \{(P, R(u,P)/\, P \in \Omega^{\star}(u)\}$.

Pour pouvoir décrire le niveau de maîtrise d'une institution u relativement à un objet ou une praxéologie, un élément paraît indispensable car premier : l'existence d'un rapport institutionnel. Le rapport institutionnel à l'objet 0 est fixé par les programmes de mathématiques du bulletin officiel de 2016 et la transposition didactique qu'assume le professeur garant de la conformité à ce rapport de ce qu'il enseigne. La finalité du travail de l'élève qui étudie est de parvenir à faire tendre son rapport personnel à 0 vers celui qu'il pense être contractuellement attendu et dont le professeur, alors évaluateur, jugera du degré de conformité au rapport institutionnellement établi. Notre travail s'attache donc à rechercher quels sont les gestes que l'élève accomplit en dehors de l'école pour tenter d'atteindre le degré de conformité attendu du professeur, dépositaire de la charge d'évaluation que lui confie la société.

2.3 Les conditions de l'étude

Revenons au document de l'Inspection Générale explicitant les « bonnes pratiques » du travail personnel. On y trouvait peu de précisions sur les gestes de l'étude, mais essentiellement des renseignements sur les conditions matérielles idoines à cette étude :

- Être dans un endroit bien éclairé
- Être dans le calme, le silence.
- Être bien installé

Ainsi l'élève qui étudie le fait toujours sous certaines conditions et contraintes. Etant entendu qu'on parlera de « condition » comme une « condition favorable » et de contrainte comme une « condition défavorable ».

Tout d'abord, reprenant des traits du document de l'Inspection Générale qui semblent frappés au coin du bon sens, pour étudier l'élève doit disposer d'organisations matérielles favorables. Réaliser son travail personnel chez soi, dans une chambre calme, sur un bureau, ou tout au contraire, sur un petit bout de table dans la cuisine où plusieurs frères et sœurs sont déjà présents ne peuvent pas être envisagés de la même manière. S'agit-il d'une étude dans un endroit équipé informatiquement avec accès à l'Internet ou, au contraire, dans un logement précaire sans connexion ? Il existe au sein des familles des conditions bien différentes entre les élèves. On peut citer l'élève qui se voit réaliser des devoirs sur un petit bout de table au moment même où le parent, père ou mère, épluche

les légumes pour préparer le repas. Ou encore on peut illustrer notre propos par la différence entre l'élève qui pratique des activités extra-scolaires, sportives, musicales ou d'autres activités associatives, et celui qui doit se faire entendre auprès de sa famille pour que le travail personnel ne renvoie pas seulement à un acquittement de ses obligations, mais soit pris en considération comme un véritable engagement dans l'étude.

Toutes les conditions et contraintes qui viennent d'être évoquées vont évidemment peser sur la réalisation de la mise à l'étude. Cependant, nous ne les aborderons pas. La première raison tient en ce que prendre en compte cet aspect de l'étude, tout à fait important par ailleurs, nous conduirait vers des terrains davantage sociologiques que didactiques, et cela excéderait de beaucoup le travail mené dans cette thèse. Il faudrait dans cette perspective prendre en compte les conditions sociales et culturelles, ainsi que les moyens financiers des familles. La deuxième raison réside dans le fait que de plus en plus de devoirs scolaires sont pris en charge de manière interne au collège ou dans des structures d'accompagnements éducatifs, de même que les manuels de classe sont devenus gratuits, prêtés par les établissements. Ceci rétablit une certaine égalité au niveau des conditions matérielles, mais sans doute pas nécessairement culturelles, pour le travail personnel des élèves.

Au-delà d'une organisation matérielle, l'élève doit aussi pouvoir dégager du temps. Plus que le temps lui-même, temps de l'horloge, ou de la durée d'étude vue comme une grandeur mesurable en heures, minutes, secondes, il s'agit plutôt ici de la façon d'organiser son temps d'étude, qui fonde notre questionnement, avec le reste de ses activités, qu'elles soient sportives, familiales ou encore indispensables à la vie, comme dormir ou manger. Jill Adler dans le chapitre 2 de l'ouvrage *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques,* évoque en ces termes la prise en compte du temps dans l'utilisation de ressources par le professeur :

> Nous avons constaté dans le projet de recherche l'importance du temps et la manière dont il semblait fonctionner dans les classes. Avec la perspective que nous adoptons ici et la conceptualisation des ressources un questionnement sur la visibilité et l'invisibilité du temps comme ressource pour l'enseignement et l'apprentissage en classe peut éclairer cet enjeu (*in* Gueudet & Trouche, 2010).

Le temps que consacre l'élève à étudier est composé d'un temps scolaire, à l'intérieur de la classe mais aussi d'un temps externe, dans d'autres lieux, à la maison, en « étude », dans des associations de soutien scolaire, etc. Le temps d'étude de l'élève n'est généralement pas totalement libre, il doit suivre certains des jalons posés par le professeur dans le système didactique principal. Ainsi retrouve-t-on en ce point la distinction classique en didactique entre temps didactique et le temps d'apprentissage. Le temps didactique est, comme on sait, le tempo instauré par le professeur qui contrôle l'avancée dans le défilement du texte du savoir, soit encore l'ordre et le rythme de passage des leçons dans ses classes. Quant au temps d'apprentissage il s'agit du temps que l'élève consacre à l'établissement de ses rapports personnels aux objets de savoir, c'est-à-dire à la fois durant le temps de classe, lors de ses devoirs quotidiens et des révisions en dehors de

l'école mais aussi, de façon erratique et labile, à l'occasion d'après-coup au cours desquels les paysages mathématiques se réorganisent pour lui. Lors de ce temps d'apprentissage, le rapport personnel qui continue à s'établir nécessite la création et l'interaction avec un milieu d'étude.

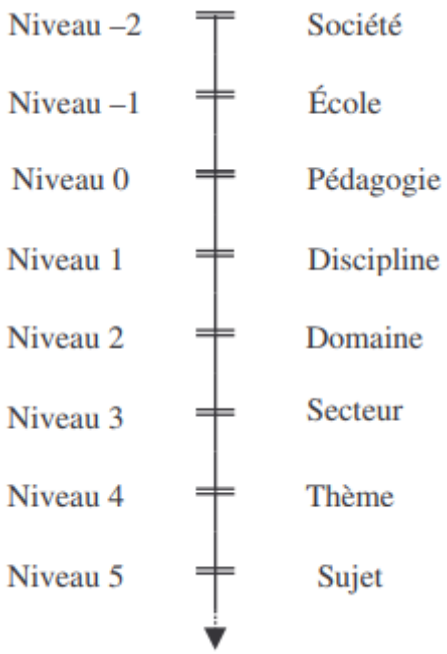
Lorsque élèves et professeurs répondent à nos questions portant sur les techniques pour apprendre « qu'il faut bien écouter en classe », cela n'est guère que la traduction de la perception illusoire d'une synchronie entre temps didactique et temps d'apprentissage. L'investissement de l'élève dans l'étude des objets de savoir réduit cet écart et permet à l'élève de rattraper le nécessaire et toujours présent retard du temps de l'apprentissage sur le temps didactique. L'existence d'un contrat didactique contraint les formes que prennent les modalités de l'organisation de l'étude et de l'organisation d'un milieu pour l'étude. Le temps d'apprentissage apparaît ainsi dirigé par le temps didactique – par les échéances du travail quotidien ou par la planification des moments d'évaluation organisés en classe – et aussi par le contrat didactique. Afin d'illustrer ce dernier propos, l'exemple de Peter, enseignant contractuel d'origine allemande qui prépare le concours du CAPES interne pour devenir professeur de mathématiques en France, les diplômes et qualifications n'étant pas transférables d'un pays à l'autre, est éclairant.

Il confie sa difficulté à entrer dans le fonctionnement de l'étude en France. En effet, en Allemagne où il a fait ses études, il a eu l'habitude d'examens où tous les documents sont systématiquement autorisés. Ainsi passait-il une partie du temps scolaire, à la fois en classe et hors la classe, à apprendre par quel chemin, en termes de livres ou de cours, accéder à tel ou tel théorème ou propriété. Cette habitude est vécue par lui comme un obstacle face à un réel changement en France où les documents ne sont généralement pas autorisés, notamment dans certaines épreuves du CAPES. Il constate pour le déplorer « qu'il faut s'efforcer de mémoriser certains théorèmes par cœur ». On voit ici apparaître des habitudes liées à des conditions de fonctionnement institutionnel très différentes. Acquises pour se constituer un milieu d'étude dans une institution donnée, de telles habitudes se révèlent en contraintes dans une autre. Ainsi les conditions propres à l'organisation d'une certification professionnelle se transforment en interdit portant sur certaines des conditions personnelles d'étude.

> La raison de ce quasi-interdit, on l'a vu, se trouve dans les contraintes qui structurent les différents niveaux de détermination. Plus complétement, chaque niveau impose, à un moment donné de la vie du système éducatif, un ensemble de contraintes et de points d'appui : l'écologie qui en résulte est déterminée à la fois par ce que les contraintes interdisent ou poussent en avant, et par l'exploitation que feront les acteurs des points d'appui que les différents niveaux leur offrent. (Chevallard, 2002)

Les conditions d'organisation du recrutement des fonctionnaires par concours anonymes, considéré comme garantissant l'égalité de traitement durant l'épreuve et dont l'histoire doit à l'abolition des privilèges sous la Révolution française – le libre accès aux fonctions publiques sans autre distinction que celle des talents, garanti par l'article 6 de la *Déclaration des droits de l'homme et du citoyen* de 1789 –, relèvent du niveau de la société

pensant son organisation et sa fonction publique. Ces conditions sociales déterminent les contraintes qui pèsent sur l'organisation de l'étude personnelle des mathématiques lorsqu'il s'agit de préparer un concours comme celui du CAPES. Yves Chevallard propose un classement de ces conditions et contraintes, qu'il désigne sous *échelle des niveaux de détermination du didactique*, allant du niveau 5 au niveau −2, un niveau supplémentaire, celui de l'humanité, ayant depuis été rajouté avant celui de la société :



Extrait de *Organiser l'étude 3*, Chevallard, 2002.

> À la hiérarchie présentée jusqu'ici on doit en effet rajouter plusieurs niveaux supplémentaires, représentés sur le schéma ci-après, où chaque niveau se réfère à une réalité (la société, l'École, les mathématiques, etc.) qui n'est nullement un donné, mais un construit historique. Chaque niveau concourt à déterminer l'écologie des organisations mathématiques et des organisations didactiques par les points d'appui qu'il offre et les contraintes qu'il impose. Il n'est par exemple pas équivalent que le niveau 1, celui de la discipline, concoure à imposer les mathématiques comme une réalité tendanciellement pure de tout mélange épistémologique, ou au contraire comme ne pouvant « se faire », c'est-à-dire se construire, en particulier dans les premières étapes historiques comme dans les premières étapes scolaires, qu'en se nourrissant de non-mathématique, ou encore d'entités faiblement mathématisées. Dans le premier cas, le processus de mathématisation dont l'École pourrait être le lieu est empêché : il n'existe guère que par pragmatisme « pédagogique », au motif du jeune âge des élèves, et non par l'effet d'une ardente obligation épistémologique, avec cette conséquence que les mathématiques tendent à devenir un monument que l'on visite, non une œuvre que l'on reconstruit. (Chevallard, 2002)

Cette échelle contraint aussi les temps d'apprentissage et d'étude puisqu'ils sont dépendants du temps didactique, lui-même soumis aux contenus transposés des programmes et aux contraintes horaires de la discipline mathématique, niveau scolaire par niveau scolaire : pour le collège, 3 h 30 par semaine en 5e, 4e, 3e et 4 h 30 en 6e. Les deux partenaires de la relation didactique, élève et professeur se voient tous deux assujettis à des contraintes appartenant aux niveaux 1 et −1, ceux de la discipline et de

l'école. Le temps est aussi celui d'une société, soit le niveau −2. Depuis Coménius et Descartes, l'école s'est construite sous une forme où l'exposition des savoirs suit une certaine linéarité, contrairement à ce que fut l'organisation de l'enseignement dans les écoles médiévales. L'exposition du savoir suit une progression censée se développer du simple au complexe, déclinée en programmes pour chaque niveau de classe, selon une certaine progressivité déclarée nécessaire pour faciliter l'apprentissage.

2.4 Organisation didactique – les moments de l'étude

Le professeur a, parmi les nombreuses tâches qu'il doit assumer, celle de déterminer les organisations mathématiques à faire étudier, mais aussi à choisir selon quelles modalités diriger leur étude, c'est-à-dire conduire une transposition didactique et la personnalisation/dépersonnalisation ainsi que la contextualisation/décontextualisation des organisations mathématiques enseignées au sein de la classe. Les élèves, qui prolongent le travail réalisé en classe à travers leur travail personnel, cherchent à « s'enseigner » eux-mêmes. On peut alors rechercher dans le travail personnel de l'élève la présence ou non de l'un des *moments* par lesquels passe, ou devrait passer *l'étude,* tels qu'ils ont été modélisés en TAD :

> Mais on s'aperçoit pourtant que quel que soit le cheminement de l'étude, certains types de situations sont nécessairement présents, même s'ils le sont de manière très variable tant au plan qualitatif qu'au plan quantitatif. On appellera donc moments de l'étude, ou moments didactiques, de tels types de situations, parce qu'on peut dire que, quel que soit le cheminement suivi, il arrive un moment où tel ou tel geste didactique devra être accompli ; ou par exemple on devra « fixer » les éléments élaborés (moment d'institutionnalisation) ; ou encore, on devra se demander » ce que vaut ce qui s'est construit jusque-là (moment d'évaluation). (Chevallard, 1997, p.19).

Remarquons qu'il ne s'agit pas de moments au sens temporel mais plutôt de fonctions dans l'étude. Une hypothèse à vérifier consisterait à penser que les moments de l'étude que vivent les élèves dans leur travail à la maison peuvent être plus ou moins calqués sur ceux par lesquels ils sont passés dans le système didactique principal, ou au contraire se différencier, obéissant aux besoins de l'élève pour établir ou travailler son rapport à l'organisation mathématique à étudier.

Dans un premier cas de figure, l'élève qui étudie peut, comme cela est souvent préconisé, commencer par lire le cours ; lecture dans laquelle il rencontrera les propriétés, les définitions et autres assertions mathématiques qui contrôlent les types de problèmes enjeux de l'étude. Il revit alors en premier lieu, et pour lui-même le *moment de la construction du bloc technologico-théorique* ou de *son institutionnalisation*. Mais rien ne dit qu'il ne s'agit pas pour lui d'un nouveau *moment de première rencontre*, ou d'abord du *travail de la technique et de l'organisation mathématique* à partir des exercices ou exemples qui suivent. Il peut refaire ensuite une série d'exercices, perfectionnant ainsi les techniques qu'il a déjà apprises en classe. Il peut par exemple « se frotter » à des exemples

moins classiques. Il s'agit pour l'élève d'améliorer sa propre maîtrise des techniques, ce temps est donc l'occasion d'un *moment de travail de l'organisation mathématique et de la technique*. Si l'enseignement a suivi un contrat d'ostension où le professeur « montre » à l'élève ce qu'il doit connaître, la responsabilité du savoir étant quasi-entièrement prise en charge par le professeur, il est probable que l'étude débute par le moment de construction du bloc technologico-théorique.

Dans un deuxième cas de figure, l'élève peut commencer par un *moment d'évaluation*, moment où il prend connaissance de ce qui manque à son rapport à certains éléments de l'organisation mathématique. S'il l'évalue non conforme au rapport institutionnel attendu, alors il y a nécessité de reprise de l'étude. L'élève peut s'engager dans un nouveau *moment de première rencontre*, comme lorsqu'on redécouvre quelqu'un une deuxième fois, afin de comprendre quels sont les types de tâches enjeux de l'étude, qui motivent l'organisation mathématique. Peut-être a-t-il besoin de revivre le *moment d'institutionnalisation* qui précise les éléments de l'organisation mathématique qui, tout ayant contribué à son élaboration, peuvent être oubliés et, au contraire, ceux qui font partie de l'organisation mathématique à étudier. Pour pallier le manque que sa propre évaluation a permis d'identifier, il peut explorer le type de tâches *T* sur lequel il bute et bâtir la technique correspondante. Il revit alors un *moment de l'exploration de T et de l'émergence de la technique.* L'élaboration de ces techniques ne pouvant se défaire d'une interrogation sur les raisons qui la fondent, l'élève peut alors rechercher les propriétés qui justifient et éclairent la technique : c'est un nouveau *moment de la construction du bloc technologico-théorique.* Dans le cas où l'élève a bénéficié d'un topos davantage élargi que sous la forme de l'ostension assumée, il se peut que l'étude puisse ressembler au cas qui vient d'être décrit.

Notons que dans le cadre de la TAD, l'évaluation prend un sens beaucoup plus large que celui qui lui est usuellement attribué, et dont la fonction est vue comme régulatrice des apprentissages. Elle peut en effet concerner l'organisation mathématique elle-même, notamment la technique et la technologie. De ce fait, engagé dans son travail personnel, l'élève peut être amené à découvrir – par des recherches Internet ou dans un manuel, grâce à une aide à l'étude, etc. – que plusieurs techniques existent pour réaliser le même type de tâches. Il est alors possible qu'il souhaite évaluer ces techniques. Sont-elles plus fiables ? Quelles sont leurs portées ? Pour ce faire, il peut invoquer des critères de pertinence, de raison d'être afin de comparer entre elles ces techniques.

Dans tous les cas, un moment essentiel lors du travail personnel de l'élève semble être celui de l'évaluation : « qu'est-ce que je sais et qu'est-ce que je sais ou non faire ? » apparaît comme une question cruciale. Autrement dit, ce qui est ou pourrait être évalué est la distance ou la proximité entre son rapport personnel à l'objet de savoir et le rapport institutionnellement attendu.

2.5 La notion de milieu, le milieu du schéma herbartien

Notre travail porte sur l'étude du *milieu* construit par les élèves dans leur travail personnel. Mais de quel *milieu* parle-t-on exactement ? Dans ce paragraphe nous commençons par revenir sur le concept de *milieu* tel qu'il fut proposé par Guy Brousseau dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques, avant que la structuration du milieu ait été complétée dans les années qui ont suivi la première modélisation donnée dans les années 1980. Nous poursuivrons en étendant cette notion au sens qui lui est donné en TAD, notamment à partir de la *dialectique des médias et des milieux*.

Guy Brousseau modélise une situation adidactique d'action par un triplet (X, J, I) où X désigne le joueur, J le jeu formel et I_t les interactions I entre joueur et jeu formel, indexées sur t puisqu'elles dépendent du temps. Les connaissances du joueur sont appréhendées à travers les stratégies qu'il met en place afin de gagner le jeu ou une partie du jeu. Le joueur est amené à prendre des décisions pour gagner ou du moins pour améliorer les issues du jeu. Ces stratégies peuvent provenir de connaissances anciennes ou d'un apprentissage spontané (improvisation) mettant ou non en jeu une réflexion. Selon les décisions prises, le joueur sera plus ou moins performant. Les connaissances se construisent dans un processus d'adaptation et d'équilibration en réponse aux contraintes imposées par le jeu. Le sujet utilise ses connaissances et sa réflexion pour résoudre des problèmes et les intégrer à son système de connaissances déjà existantes. Le processus d'accommodation, quant à lui provient d'une action de l'environnement et du jeu sur le sujet. L'accommodation engage nécessairement une réorganisation des connaissances de l'élève. C'est dans la recherche de l'équilibre entre ces deux processus qui caractérisent l'adaptation du sujet à son environnement que l'apprentissage se réalise. Le milieu est donc défini par Guy Brousseau comme « le système antagoniste de l'actant ».

> Dans une situation d'action, on appelle milieu tout ce qui agit sur l'élève ou /et ce sur quoi l'élève agit. L'actant est « ce » qui dans le modèle agit sur le milieu de façon rationnelle et économique dans le cadre des règles de la situation. En tant que modèle d'un élève ou plus généralement d'un sujet, il agit en fonction de son répertoire de connaissances. [...] Le milieu d'un concept mathématique et l'agrégat des milieux des situations où les connaissances liées à ce concept apparaissent comme moyen de résolution. (Brousseau, 1998)

Dans le milieu tel que défini en TSD, l'aspect *antagoniste* apparaît essentiel. Dans notre travail, les situations de travail personnel des élèves ne sont pas des situations fondamentales issues d'ingénieries, voire des situations bâties comme étant adidactiques, même si certains de leurs aspects peuvent le devenir pour un élève singulier – ou un autre, ou une « classe de rapports personnels », travail exploratoire qui resterait à mener afin de définir cette classe, forcément indexée sur les organisations mathématiques transposées –, mais des situations d'étude d'élèves ordinaires et que nous tentons de recenser. Lors de leur travail personnel, les élèves vont sans doute rechercher des réponses ou des aides – ce cas revenant à rechercher des réponses – sous différentes

formes : documents écrits comme leurs cahiers ou leurs manuels, Internet, discussions, sms, demandes d'indications ou d'aide à leurs parents, recherches dans son livre où un exercice est corrigé, recherche documentaire sur l'Internet, etc. Le milieu rétroagit dans le sens où il indique à l'élève, s'il sait interpréter cette rétroaction, une ignorance à combler. Pour ce faire et pour qu'il y ait apprentissage, l'élève doit prendre l'initiative d'aller rechercher des éléments de réponses.

Le milieu personnel d'étude de l'élève s'appuie, sauf cas exceptionnel, sur le milieu didactique créé en classe ; c'est-à-dire sur des situations de classes ordinaires, telles qu'elles vivent dans le système scolaire. Pour enseigner des savoirs nouveaux, l'enseignant choisit généralement un contrat d'ostension, le plus souvent déguisée puisque c'est désormais majoritairement le cas à partir des activités issues des propositions des manuels. Ceci n'interdit pas qu'à certains moments le milieu d'étude que s'est créé l'élève ne rétroagisse pas, se comportant comme « système antagoniste de l'actant. » Si on reprend l'exemple des puissances où l'on demande un travail hors classe qui consiste à calculer, $3^2 \times 3^3$, on peut imaginer qu'à l'issue de son travail l'élève ait trouvé un nombre non multiple de 3, et qu'il s'en aperçoive en recourant à ses connaissances antérieures relatives aux critères de divisibilité. Il y aura rétroaction du milieu personnel qui permettra à l'élève de corriger son erreur. Autrement dit, les rapports personnels stabilisés d'un ou des élèves, ou qui sont institutionnellement considérés stables, agissent comme un milieu. C'est ce qu'indiquait Y. Chevallard en 1992, dans l'un des premiers prolongements de la notion de milieu institutionnel depuis la TAD : « On nomme alors milieu institutionnel relatif à I au temps t, et on note $M_I(t)$, le sous-ensemble de $C_I(t)$ formé des couples $(O, R_I(O, t))$ stables au temps t ». Nous appliquons cette définition au milieu personnel pour l'étude que se donne un élève, même si la détermination des couples $(O, R_p(O, t))$ stables au temps t, en notant $R_p(O, t)$ les rapports personnels, relève d'un exercice des plus difficiles puisque de tels rapports personnels sont, comme l'on sait, en partie privés et non pas publics.

Le milieu de l'étude personnelle contient des ressources, même dans le cas où elles sont minimales et ne sont constituées que de son propre cahier ou de son propre manuel. Elles ne peuvent être rangées dans la catégorie des rapports personnels, stabilisés ou non. Il est donc nécessaire d'élargir la notion de milieu afin d'y intégrer ces objets à propos desquels, dans un second temps, pourront s'établir des rapports inédits, qui échappent parfois aux rapports établis avec le milieu tel qu'il était plus ou moins bien dévolu en classe. Les notions de *schéma herbartien* et de *milieu du schéma herbartien* permettent de réaliser cet élargissement.

Au cours de son travail personnel, l'élève étudie un objet de savoir qui répond à une question q constitutive de l'enjeu de l'apprentissage. Pour répondre à q, et sauf si pour lui la réponse est déjà toute faite, l'étude de l'élève consiste à explorer différentes ressources qui constitueront autant d'apports de matériaux permettant la construction de réponses ou d'ébauches de réponses. Ces ressources peuvent être issues de la classe : la leçon, les exercices et activités réalisées, le manuel. Elles constituent les *réponses toutes faites* et

validées par l'institution notées $R_i^{\diamond}$. Elles peuvent aussi venir de l'extérieur, lors de recherches documentaires : Internet, livre de mathématiques, cours d'un autre camarade, etc. Parmi elles, se trouvent sans doute de nouvelles réponses $R_i^{\diamond}$, mais peut-être aussi des œuvres O_j qui aideront à constituer la réponse à la question q, ainsi que d'autres questions q_i, sous-questions de la question q initiale. L'ensemble constitue *un milieu pour l'étude*. Une partie de ces éléments se comporte en médias qui informent et de ce fait aident l'élève à répondre à la question enjeu de l'étude. Se met alors en place une dialectique des médias et des milieux, si l'on considère pour acception du terme de milieu, celle qui le définit comme dénué d'intentions, notamment dénué de celle d'informer, contrairement aux médias dont Chevallard (2007) donne quelques exemples : « le cours du professeur de mathématiques, un traité de chimie, le journal d'un présentateur de télévision, un quotidien régional ou national, un site Internet, etc. »

L'élève peut aussi discuter de vive voix ou téléphoner à un camarade pour échanger sur certaines parties de l'organisation mathématique à étudier : exercices, activités, etc. Ceci peut engendrer des questions qui, à leur tour, entrent dans le milieu. Le camarade devient alors une aide à l'étude. D'autres aides à l'étude peuvent être convoquées pour résoudre q. Il peut s'agir des parents, du professeur, des intervenants dans l'aide aux devoirs, d'un voisin… en d'autres termes, toute personne susceptible d'aider l'élève dans la construction de son rapport au savoir. En mettant à l'épreuve ces différentes ressources, les unes avec ou contre les autres, l'élève seul ou en collaboration avec d'autres peut, à partir du milieu d'étude personnelle qu'il s'est donné, construire sa réponse $R^{\heartsuit}$ à la question q qu'il souhaite étudier ; le « cœur » signifiant qu'elle a été construite sous certaines contraintes et dans certaines conditions. L'étude peut alors être formalisée par le « schéma herbartien » : $(S(X, Y, q) \rightharpoonup M) \rightharpoonup R^{\heartsuit}$ (Chevallard, 2018). X désigne le collectif qui étudie. Dans le cas de l'étude personnelle $X = x$, x étant l'élève souvent seul qui étudie et Y représentant le ou les aides à l'étude. $R^{\heartsuit}$ est la réponse à l'enjeu q de l'étude et M désigne le milieu didactique créé comme outil permettant d'apporter réponse à l'enjeu de l'étude. Ce milieu est issu de l'organisation didactique enjeu de l'étude où il est né et provient donc en partie du système didactique principal. Il peut être composé d'autres éléments que l'élève ajoutera, complétera dans son travail personnel. Il est possible que la question q soit l'étude d'un objet o de savoir sur lequel l'élève se posera des questions. Le milieu M du schéma herbartien développé est constitué des réponses toutes faites $R_i^{\diamond}$, des œuvres O_j qui servent d'outils pour traiter la question enjeu de l'étude, des questions Q_k engendrées par la question q enjeu de l'étude, et des autres œuvres d_l à interroger au cours de l'étude. La constitution de la réponse $R^{\heartsuit}$ suppose l'existence d'une dialectique entre média et milieu au cours du processus d'étude :

> La quatrième dialectique est celle qu'on peut appeler, classiquement, dialectique de la conjecture et de la preuve, mais que, dans une perspective plus large, on nomme aussi, nous l'avons vu plus haut, dialectique des médias et des milieux : contre la mise à l'épreuve plus ou moins réglée à l'avance d'assertions réputées sûres en vertu surtout de l'autorité de l'institution enseignante, elle engage à soumettre les assertions obtenues à la critique des diverses dialectiques et à évaluer le degré d'incertitude d'une assertion donnée. (Chevallard, 2009b, p.16).

Ainsi la forme que prend l'étude de l'élève lors de son travail personnel passe par la création d'un milieu didactique adéquat qui lui permette de répondre à la question *q* posée ou, à défaut, à répondre à l'ensemble des questions qui, du point de vue de l'élève, se posent sur l'objet *O*, objet de savoir identifié comme relevant de l'enjeu de l'étude. Qu'est-ce que l'objet *O* ? A quoi sert l'objet *O* ? Quelles techniques connaître à propos de l'objet *O* ? Au-delà, la dialectique des médias et des milieux s'exprime à travers des questions du type : qu'est-ce que je savais à propos de l'objet *O* ? Que m'a-t-on dit ou qu'est-ce que diverses ressources me disent à son sujet ? Comment vérifier le degré de vérité de ce que ces médias (autre camarade, aide à l'étude, manuels, ressources Internet, etc.) me disent, que retenir des informations qu'ils me communiquent et que je sache fiables ?

2.6 Autonomie et synnomie

Imaginons un élève peinant sur une tâche mathématique : elle lui apparaît problématique. Ce peut être un exercice quotidien d'entraînement, un devoir donné par le professeur et à lui remettre, toute chose qui relève du travail à fournir à l'institution scolaire. Ce peut être aussi une tâche donnée par une tierce personne agissant comme une aide à l'étude : un parent, un bénévole lors d'une séance d'accompagnement éducatif dans une association dédiée à cette activité, ou encore l'élève lui-même dans l'objectif de réviser un contrôle, apprendre une leçon, s'entraîner. Cet élève construit donc seul un milieu qui lui permette, à partir des ingrédients pertinents qui le constituent, de résoudre son problème. Deux possibilités s'offrent alors à lui.

Il peut par exemple décider de recourir au média traditionnel que constitue le manuel de la classe, ou au contraire recourir à d'autres, comme des manuels de mathématiques différents, des manuels d'exercices corrigés, à l'Internet, au support de la leçon réalisée en classe, ou encore à tout autre document matériel susceptible de lui fournir des réponses $R^{\diamond}$. Ces documents agissant comme des médias, l'élève peut alors parvenir à formuler une réponse $R^{\heartsuit}$. Dans ce cas, on dira généralement que l'élève est en situation d'étude autonome. Le milieu se verra augmenté d'une part des questions que l'élève se pose et d'autre part des réponses $R^{\diamond}$ trouvées.

L'élève peut aussi décider de convoquer une aide à l'étude à qui il adressera la ou les questions posant problème. Cette aide à l'étude peut être, bien sûr, le professeur, un camarade de classe, un surveillant, un membre de sa famille, un voisin, l'animateur de la structure associative de soutien scolaire, autrement dit toute personne ou toute instance susceptible de lui apporter de l'aide, voire un groupe de personnes, par exemple un groupe de camarades de classe qui discutent dans la cour de récréation des mathématiques étudiées en classe. De nouveau, dans ce cas, le milieu se verra contenir la ou les questions et les réponses apportées.

Notons que dans notre recherche, tous les cas d'élèves analysés ne sont pas forcément dans des situations d'étude autonomes. L'intérêt est justement de comprendre ce qui se

joue dans cette autonomie. Existe-t-il des facteurs qui influencent cette autonomie ? Et si oui lesquels ? Ceci étant entendu que ces facteurs sont en partie dépendant du type de contrat prévalant en classe, qui agit alors comme effet différé d'un certain type d'organisation didactique laissant plus ou moins de place au topos de l'élève, mais aussi dans la possibilité de se libérer de ce contrat en jouant pour cela sur d'autres types d'assujettissements de natures diverses, familiales, sociales, etc.

La dépendance au système didactique principal tient au fait que l'étude est toujours, sauf dans de rares cas, l'étude d'un savoir particulier qui prend naissance dans le système didactique principal. Le travail personnel de l'élève est alors initié par un travail initialement dirigé par le professeur, prolongé par l'élève hors classe. La façon dont l'étude a été menée au sein de la classe a donc un impact sur l'étude des élèves en dehors de la classe. Pour définir de façon plus précise la nature de cet impact, nous devons nous intéresser à l'organisation didactique au sein de la classe. Une partie ou peut-être l'intégralité des œuvres du milieu créé dans la classe est sans doute intégrée au milieu d'étude de l'élève lors de son travail personnel. Comment et quelles sont les œuvres convoquées par le professeur ? L'organisation peut être plutôt *magistrale* dans le sens où les œuvres sont utilisées par le professeur de manière *assumée* ou de manière *déguisée.* L'enseignement peut aussi faire place à une organisation plutôt *collégiale,* où les œuvres sont recherchées, amenées et étudiées de manière collective. L'organisation du milieu relève-t-elle totalement du topos du professeur, de celui d'un ou de quelques élèves, ou au contraire du collectif-classe, sous la direction du professeur ? C'est ce qu'envisage Y. Chevallard (2018) :

> Some of these works may have been "politically" imposed at the level of the *society* , others at the level of the *school* σ, while yet others are decided upon at the level of the class $C(X, Y)$ itself, either by the teaching staff Y of their own accord (in the case of a "magisterial" scenario), or by the students X under the guidance of Y (in the case of a more "collegial" scenario). Given a work of the first kind o, the study of o unfolds a list of questions q that may be decided on by Y or, collegially, by X supervised by Y. In all these cases, a didactic system = $S(X, Y, o)$, and specifically Y and X, enjoy a varying degree of freedom. An essential problem indefinitely ahead of us is the elucidation of the ecology and economy of such curricular organisations. (Chevallard, 2018, p. 24)[20]

[20] On peut traduire cette citation en ces termes :

« Certaines de ces œuvres peuvent avoir été "politiquement" imposées au niveau de la *société*, d'autres au niveau de l'*école* σ, alors que d'autres sont décidées au niveau de la classe $C(X, Y)$ elle-même, soit par le staff enseignant Y de son propre chef (dans le cas d'un scénario "magistral"), ou par les élèves X sous la direction de Y (dans le cas d'un scénario plus "collégial"). Etant donné un travail du premier type o, l'étude de o dévoile une liste de questions q qui peuvent être décidées par Y ou, collégialement, par X sous la direction de Y. Dans tous ces cas, un système didactique = $S(X, Y, o)$, et en particulier Y et X, jouit d'un degré de liberté variable. L'élucidation de l'écologie et de l'économie de ces organisations de programmes est un problème essentiel qui nous attend indéfiniment. »

En 2001, Yves Chevallard revient sur le dispositif des TPE (Travaux Personnels Encadrés) dans lequel les élèves de lycée, sous la direction d'un professeur ou d'un groupe de professeurs, étudient une question scientifique ; ce dispositif continue de vivre actuellement sous une forme moins ambitieuse qu'à ses origines, limitée désormais à la seule classe de 1re. Dans cette situation, le professeur doit organiser l'étude de manière collégiale. Les élèves sont amenés à fournir un travail personnel autonome conséquent. Rappelons que le terme « autonomie » vient du grec « autos » soi-même et de « nomos » la loi ou la règle. Il signifie créer sa propre loi. On peut l'opposer à la synnomie, basée aussi étymologiquement sur « nomos » et précédé du préfixe « syn » « ensemble, avec » qui signifie « créer ensemble une loi commune ».

> Aux niveaux plus profonds de détermination didactique, on notera un fait crucial : le mot d'ordre d'autonomie des élèves lancé par le ministère (les élèves « travailleront en autonomie, par groupes ou individuellement ») a eu des effets mal anticipés, conduisant en un premier temps à l'anomie des TPE et, corrélativement, à la prolifération idionomique, chaque professeur tendant spontanément à élaborer ses propres règles dans sa relation aux élèves encadrés. Par contrecoup, ce phénomène ravageur a conduit les professeurs à redécouvrir l'exigence synnomique, c'est-à-dire l'ardente obligation d'élaborer ensemble des règles partagées […] (Chevallard, 2001, p. 4)

On peut se demander dans quelle mesure une forme d'étude collégiale existe au sein des classes du système éducatif, quelque vingt années après qu'on a tenté d'y implanter le dispositif des TPE, suivi d'autres tels que les IDD (Itinéraires de Découverte) « par le haut » : c'est-à-dire depuis des directives venues du ministère.

2.7 Questions problématiques

Nous ne posons pas, à cette étape, d'hypothèses de recherche. Nous préférons plutôt et plus modestement poser des questions car, pour émettre des conjectures sur des résultats probables, il est nécessaire de posséder déjà quelques résultats sur ce que peuvent être réellement les techniques d'étude des élèves. Or, les travaux portant sur cette question sont soit peu récents, laissant ouvert le cas où une évolution aurait pu, depuis lors, conduire vers des conclusions inverses, soit concernent un public d'âge et de niveaux scolaires différents de celui sur lequel nous souhaitons faire porter notre enquête, celui du collège, alors que les résultats sur lesquels nous pouvons nous référer portent essentiellement sur des élèves d'école primaire, de lycée ou d'université.

Pour construire notre problématique nous ne pouvons donc nous appuyer que sur quelques éléments saillants d'analyse, déjà mis en relief dans la littérature sur le sujet. On commencera par évoquer deux facteurs évidents influençant les techniques d'étude : l'âge des élèves et le niveau de l'élève en mathématiques. Dans le chapitre 1, paragraphe 1.3.3, nous nous étions engagés dans un dispositif d'instruction au sosie portant sur l'expression de conseils prodigués à un élève arrivant dans la classe et venant d'une autre culture scolaire. Nous avions remarqué une différence de vocabulaire entre les bons élèves et les élèves faibles. Les élèves qui utilisent un vocabulaire spécifique aux mathématiques répondant par des phrases comme « utilise des propriétés pour justifier », ou encore « il

faut savoir démontrer » et « apprendre les théorèmes et définitions », étaient exclusivemeni qualifiés de bons élèves en mathématiques par leurs professeurs. Cette singularité nous amène à penser que les bons élèves possèdent des techniques d'étude qu'ils adaptent à la spécifité de la discipline. Dans le même ordre d'idée et à l'opposé, les élèves faibles utilisaient un vocabulaire plus généraliste pouvant s'appliquer à n'importe quelle discipline. Dans son travail de 2002, Félix propose une analyse comparée des gestes d'étude en histoire et en mathématiques. Elle met en évidence que les bons élèves en mathématiques ne convoquent pas le même milieu pour travailler que les élèves moyens ou faibles.

> Plus précisément, notre étude montre, nous semble-t-il l'intérêt de milieu pour l'étude co-construit principalement en classe, mais peut-être pas pour toutes les catégories d'élèves au même titre et avec les mêmes contenus. Or la maîtrise de ce cadre, de ce milieu, étant à nos yeux une condition d'étude efficace, on pouvait supposer que c'est dans la différence éventuelle de maîtrise que pouvait résider une part d'explication des différences entre élèves. » (Félix, 2002, p. 383)

Le niveau de l'élève en mathématiques, que nous déclinerons en quatre paliers (très bon, bon, moyen ou faible) influencerait donc les façons d'étudier. D'autres facteurs entrent sans doute en ligne de compte dans la façon d'étudier. Au cours de notre quête d'éléments saillants relatifs aux résultats concernant le travail personnel des élèves, nous réaliserons un tour d'horizon des déterminants des performances scolaires tels qu'établis en sociologie de l'éducation ; cela aussi afin d'exercer une vigilance toute particulière quant aux interprétations des données que nous collecterons par la suite. Ses déterminants sont à référer soit à des variables de nature sociale, comme le rapport de la famille à l'école ou encore le rapport des parents à l'étude des mathématiques, soit à des variables plus personnelles.

2.7.1 Déterminants liés à l'environnement familial

Nous nous appuyons sur les travaux en sociologie de Sirota (1993), ainsi que ceux de Morlaix et Suchaut (2012), pour synthétiser les facteurs qui déterminent le *métier d'élève*. Nous entendons par *métier d'élève* la définition qu'en donne (Sirota, 1993) : « la mise en conformité de l'élève par rapport aux règles du jeu de l'institution scolaire. » A propos des différences entre élèves, elle écrit :

> Les différences entre élèves doivent avant tout être considérées comme des distances inégales entre leur habitus individuels, familiaux, sociaux et les dispositions qu'exige le travail scolaire quotidien. Les comportements d'élèves peuvent être analysés, soit à partir des manières de faire face à la situation et de la compréhension des routines qu'ils mettent en œuvre, soit dans une articulation avec le sens qu'ils donnent à la situation, et à la scolarité en fonction de la trajectoire sociale de leur lignée. » (Sirota, 1993)

La façon dont l'élève, en tant qu'acteur social, construit sa représentation de la réalité dépend de son environnement socio-culturel. Régine Sirota identifie les stratégies individuelles comme étant des stratégies de négociation du travail scolaire issu du milieu social de l'élève. Par exemple : « Travailler par intérêt, éviter les ennuis, tenter de faire

illusion, faire un travail parfois répétitif et ennuyeux » (Sirota, 1993). Ce facteur sera pris en compte dans notre recherche à partir du type d'établissement dans lequel les observations et données seront récoltées : établissements urbains classés REP ou REP+ ; établissements urbains de centre-ville ; établissements ruraux. Les établissements classés REP sont urbains. Nous entendrons par établissement de centre–ville, les établissements urbains non REP.

Le ministère de l'Éducation nationale classe les établissements en fonction d'un « indice social ». Celui-ci prend en compte quatre paramètres qui « impactent la réussite scolaire » :

- Le taux de catégories socio-professionnelles défavorisées
- Le taux d'élèves boursiers
- Le taux d'élèves résidant dans une zone urbaine sensible (ZUS)
- Le taux d'élèves ayant redoublé avant la classe de 6e

Parmi les REP, 364 sont classés REP+ en France. Cela signifie que les élèves, du point de vue de « l'indice social », sont encore plus défavorisés que les autres. Ils bénéficient de moyens supplémentaires aux niveaux horaire, matériel et humain ; par exemple pour organiser de l'aide aux devoirs ou rencontrer les parents. Parmi les autres établissements, nous avons distingué les établissements ruraux et ceux de centre-ville, dont « l'indice social » est plus élevé. Cette variable qu'on peut qualifier de « type d'établissement », permet de considérer des conditions et contraintes relevant de la société (niveau -2) et de l'école (niveau -1), dans l'échelle des niveaux de codétermination didactique. Ainsi les dynamiques sont-elles différentes selon les établissements en fonction des moyens attribués, mais aussi des politiques engagées dans l'établissement. Les sollicitations des enseignants pour maintenir une certaine qualité de l'enseignement contribuent à « l'effet établissement ». La sociologue Aletta Grisay souligne par exemple que dans certains établissements dits « efficaces » :

> « Les établissements performants, nous dit encore la littérature, sont ceux où une direction forte parvient à faire partager à tous une même vision des objectifs à poursuivre, où un ethos positif commun a pu se développer, où règne un climat de calme et de sécurité propice au travail, où le personnel se perçoit comme collectivement responsable des progrès des élèves – ce qui se traduit souvent par l'existence de dispositifs de régulation : les résultats des élèves font l'objet d'analyse au niveau de l'établissement et sont utilisés pour décider des améliorations à l'enseignement dispensé. Une politique de formation continue est menée au sein de l'école, les contacts avec les familles des élèves et leur implication dans le fonctionnement de l'école sont encouragés. (Grisay, 2007)

Dans notre étude, l'efficacité de l'établissement n'est pas évaluée de manière quantitative. Elle dépend aussi des acteurs qui y interviennent. Au même titre qu'un effet établissement, on peut sans doute parler d'un effet classe et d'un effet professeur.

2.7.2 Déterminants liés à la singularité personnelle de l'élève

La performance scolaire peut être mise en rapport avec des caractéristiques individuelles de l'élève qui font écho avec des dimensions psychologiques de l'enfant. Parmi ces caractéristiques, on peut citer le *sentiment de bien-être à l'école.* Ce concept pourrait être appréhendé à partir de plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci :

- le confort des lieux dans lesquels sont réalisés ses devoirs (chambre individuelle, pièce unique que tous les frères et sœurs partagent…)
- le temps de trajet entre l'école et le foyer
- l'insertion sociale de l'enfant : a-t-il des amis ?
- sa motivation et son attitude à l'égard des études
- sa persévérance et son goût de l'effort

En outre, le genre est aussi un facteur à prendre en compte. Régine Sirota évoque le « constat macrosociologique du succès scolaire massif des filles, bien que contrebalancé par des orientations vers des filières moins sélectives ou moins prestigieuses. » Remarquons que, nous plaçant en dehors d'une approche psychologique et sociologique, notre analyse sur ces facteurs ne sera guère que très ténue. Ainsi considérerons-nous le discours de l'élève indifféremment de ses caractéristiques individuelles mais plutôt comme le discours du « bon élève », « de l'élève moyen » ou « de l'élève faible ». Lors de l'approche qualitative que nous utiliserons, nous serons tout de même vigilante à ce que le panel choisi soit relativement homogène en ce qui concerne la parité filles/garçons et prendrons en compte certains paramètres liés au *bien-être social*. Temps de trajet raisonnablement courts, élèves qui ne rejettent pas l'école, élèves faisant preuve de persévérance et d'un certain goût de l'effort face au travail, nous paraissent constituer des variables qui conditionnent l'étude.

2.7.3 Déterminants liés au professeur, à la classe : l'effet enseignant, l'effet classe

De la même façon que l'effet établissement, on peut parler d'un effet professeur. Les attentes des enseignants, ainsi que leurs pratiques pédagogiques, se combinent sans doute pour créer un *effet-enseignant.* On peut citer par exemple, un traitement différentiel des élèves faibles : certains enseignants, lorsqu'ils les interrogent, attendent moins longtemps les réponses des élèves faibles. Ils les critiquent plus souvent, interagissent moins souvent avec eux, posent des questions plus simples les exposant ainsi à un curriculum plus pauvre.

Des dynamiques de groupes se créent et se transforment donnant naissance à des *effets classe*. La socialisation par l'école renforcerait la socialisation familiale plutôt que de la corriger. Dans notre travail, la spécificité prise en compte et concernant l'enseignant est donnée par le type de contrat qu'il a instauré dans la classe. Deux systèmes didactiques

s'exercent en effet en parallèle : celui provenant de la classe en tant que système principal étudiant les mathématiques, et celui issu du travail personnel hors classe, auxquels sont, en première approche, attribuer deux temporalités souvent non synchrones : le temps didactique et le temps d'apprentissage. Dans notre étude, le système auxilaire ne fonctionne évidemment que parce que le premier existe. Ce sont donc les interrelations entre ces deux systèmes que nous souhaitons mettre en évidence, dans la recherche du milieu d'étude construit par l'élève en situation d'étude hors classe.

Le milieu se construit, se défait, se reconstruit. Au fur et à mesure que le temps didactique avance, le temps d'apprentissage avance, et lui-aussi plus ou moins en décalage relativement au temps didactique. De quelles œuvres est composé le milieu d'étude que l'élève construit ? En outre, dans cette construction, un axe supplémentaire nous interroge. Quelle est l'influence de la topogénèse, telle qu'elle existe au sein du système didactique principal, dans la construction du milieu ? Notre questionnement porte sur un éventuel « transfert de techniques d'études » d'un système à un autre.

Pour élaborer des réponses pour notre recherche, nous devrions exercer une vigilance toute particulière sur les différents paramètres mis en relief par les travaux sociologiques. Notre enquête pourrait être critiquée pour son caractère incomplet, ne prenant pas en compte toute l'ampleur de ce qu'est l'élève. Selon une ambition holistique, nous pourrions ancrer notre méthodologie en tissant une trame liant à la fois des entrées sociologiques, psychologiques et didactiques. Nous ne prétendons pas à l'exhaustivité et nous limiterons à mettre en perspective certains éléments qui déterminent le *métier d'élève*, en les ancrant dans une perspective didactique. L'ensemble de notre recherche est motivé par trois questions principales :

> **Question 1** : Quelles sont les techniques d'étude, voire les praxéologies d'étude des collégiens en mathématiques, développées lors du temps d'apprentissage et hors du temps d'enseignement ?

L'objectif consiste à répertorier les techniques d'étude des mathématiques existantes chez les collégiens

> **Question 2 :** Quel milieu, au sein du schéma herbartien, se donnent les collégiens dans leur travail personnel, hors du temps de la classe de mathématiques ?

Le qualificatif « personnel » n'implique pas nécessairement une étude autonome, autrement dit l'élève peut bénéficier d'aides à l'étude.

> **Question 3** : Quelles sont les techniques d'étude manquantes chez les collègiens ? Pour quelles raisons ne vivent-elles pas dans « l'institution collège » ? A quelles conditions pourraient-elles vivre ?

Ces questions sont examinées au regard de quatre paramètres que nous avons retenus :

a) Le type d'établissement : REP, rural, urbain non REP

b) L'âge de l'élève, donné par le niveau de classe, de la 6e à la 3e
c) Le niveau de l'élève en mathématiques : très bon, bon, moyen ou faible
d) Les organisations mathématique et didactique initiées par le professeur, que nous étudierons plus précisément lors de l'approche qualitative.

3. Approche quantitative

Pour obtenir des réponses à ces questions nous recourons à deux types d'approches. Dans un premier temps, une approche quantitative prend la forme d'une étude statistique, par questionnaire (Annexe 9). Dans un deuxième temps, nous affinons nos réponses par une approche qualitative à partir d'entretiens et d'observations. L'objectif est d'éclairer la problématique en apportant de premiers éléments de réponses. Nous dégageons ainsi, à partir des réponses aux questionnaires, une catégorisation des techniques d'étude que nous croisons avec les trois paramètres retenus : le niveau de l'élève, le niveau de classe et le type d'établissement fréquenté par l'élève. Dans les deux types de méthodologie, nous devons mentionner la difficulté propre au recueil des traces, qui peut s'expliquer par l'essence même du thème abordé. C'est d'ailleurs cette difficulté que mentionne Castela (2012) :

> Sans nier que tout un pan de l'activité que provoque des apprentissgaes est involontaire et inconsciente, je continue à penser que l'étude (en tant qu'activité organisée consciente) constitue un thème de recherche pertinent. Mais il soulève des questions d'ordre méthodologique difficiles, l'obstacle fondamental résidant dans le fait que ce travail se déroule normalement dans des lieux qui relèvent de la sphère privée de l'étudiant. (Castela, 2012, p. 95)

Dans cette partie, l'objectif poursuivi consiste, à l'aide d'un questionnaire, à répertorier les techniques d'étude des collégiens et à appréhender leur rapport à l'étude des mathématiques. Il est distribué dans 32 classes issues de toute l'Auvergne. Le traitement statistique que nous avons mené s'est déroulé de manière classique en cinq étapes :

a) Le recueil des données : passations et récolte des questionnaires des 32 classes.
b) La préparation de la base ou étape « DATA » : saisie des données dans un tableau et import des données dans le logiciel SAS (Statistical Analysis System)
c) Ecriture des programmes sous SAS, lancement des procédures (FREQ) et récupération des résultats
d) Analyse et description des échantillons après sélection de certains résultats
e) Inférences potentielles sur la population « mère ».

Nous avons pensé recourir à une méthode de type Analyse des Correspondances Multiples (ACM). Cependant la multitude d'items à explorer et la quantité de variables, soient 786 observations et 75 variables nous a amené à renoncer à cette méthode.

3.1 Méthodologie du questionnaire

3.1.1 Objectifs du questionnaire

Dans notre recherche, l'étude de l'élève en travail personnel hors classe est modélisée à partir du *schéma herbartien*. On rappelle succinctement ce schéma : une question *Q* étant posée, le système didactique *S(X, Y, Q)* a pour finalité la construction d'une réponse à cette question. *X* représente les élèves et *Y* les aides à l'étude. Lors de leur travail personnel, chaque élève *x* appartenant à *X* constitue pour lui-même un milieu d'étude, au sens de la Théorie Anthropologique du Didactique, dans lequel peuvent se trouver des œuvres *O*, des réponses $R^{\lozenge}$, *R* « poinçon », et des questions *q*. Nous rappelons brièvement cette modélisation à partir d'une citation d'Y. Chevallard :

> Parmi ces ressources, certaines seront des réponses « toutes faites » à *Q*, validées par telle ou telle institution, et qu'on note pour cela $R^{\lozenge}$ (« R poinçon »), parce qu'elles sont censées avoir reçu une « estampille » institutionnelle. L'analyse de ces réponses fournira des matériaux pour la construction de la réponse *R*, elle-même notée maintenant $R^{\blacktriangledown}$. D'autres seront des œuvres *O* de la culture, quelle qu'en soit par ailleurs la « cote » culturelle, qui fourniront des outils d'analyse des réponses $R^{\lozenge}$ et de construction de la réponse espérée $R^{\blacktriangledown}$. (Chevallard, 2009a)

L'objectif assigné au questionnaire est l'obtention d'une première esquisse des techniques de construction de ce milieu et des rapports à l'étude des mathématiques des élèves. Plus précisément, le questionnaire à destination des collégiens est donc conçu pour répondre à plusieurs finalités.

- La première consiste à faire l'inventaire des ressources utilisées par chaque élève des 32 classes interrogées. Il s'agit donc de répertorier les œuvres qui entrent dans la composition de leur milieu d'étude.
- La deuxième est de déterminer les aides à l'étude *Y* de ces collégiens
- La dernière finalité est de recueillir, à travers les réponses des élèves, le plus possible de leurs représentations sur l'étude des mathématiques, en tant qu'ingrédients technologiques, dont on pense qu'elles influencent les techniques auxquelles ils recourent pour mener à bien leur travail personnel hors classe

Pour bâtir le questionnaire, il semblait nécessaire de commencer par réaliser un inventaire des ingrédients potentiellement intégrés au milieu, et des aides à l'étude possibles. Nous commençons donc par répertorier les œuvres et leurs supports pouvant entrer dans la composition du milieu. Parmi ces œuvres, on pourra trouver des questions *q* et des $R^{\lozenge}$, toutes faites, allant de soi. Les œuvres peuvent être **matérielles :**

- Manuel scolaire de la classe
- Autre manuel (par exemple manuel parascolaire) issu du centre de documentation ou de sa bibliothèque personnelle
- Cahiers ou classeurs de la classe
- Cahiers ou classeurs des années précédentes.

Ce n'est pas tant la distinction des différents types de support qui nous intéresse mais plutôt leur fonctionnalité dans l'organisation didactique : leçon, activités, recherche, brouillons, exercices…

Les œuvres peuvent être **numériques.**

- Les sites de mathématiques
- Les manuels en ligne et sites compagnons[21] des manuels
- Les CD rattachés aux manuels
- Les exerciseurs en ligne : par exemple matou matheux[22] ou mathenpoche[23], qui offrent des exercices interactifs avec correction immédiate depuis l'ordinateur.

Ces œuvres peuvent servir de média à celui qui étudie et lui fournir ainsi des réponses $R^{\lozenge}$.

Les œuvres peuvent prendre **la forme de discussions.**

- Des discussions informelles entre amis
- Des sms, coups de téléphone à un camarade ou à une aide à l'étude
- Discussions en ligne dans des forums Internet, chats ou questions / réponses en ligne. On pourra distinguer les forums entre pairs et les forums entre une personne considérée comme un expert (professeur, un élève plus âgé, par exemple en Terminale) et un collégien.

Tous ces éléments peuvent amener les élèves à partager des questions, voire des réponses $R^{\lozenge}$.
Quelles peuvent-être les personnes aides à l'étude ?

- Le documentaliste
- Les surveillants (AED)
- Des personnes employées spécifiquement par l'établissement pour l'aide aux devoirs (professeurs, surveillants ; personnes issues d'associations)
- Les parents, la famille
- Les amis dont les camarades de classe, les voisins
- Un professeur de cours particuliers
- L'enseignant de la classe.

La relation avec un camarade de classe, un père, une mère permet généralement d'apporter à celui qui étudie des réponses $R^{\lozenge}$.

[21] Certains éditeurs offrent la possibilité de compléter le manuel par des ressources en ligne.
[22] Site accessible à l'adresse : https://ressources.sesamath.net/matoumatheux/www/accueilniveaux/accueilFrance.htm
[23] Site accessible à l'adresse : https://mathenpoche.sesamath.net/

Le questionnaire est construit à partir des questions problématiques de recherche auxquelles nous souhaitons obtenir des éléments de réponses et que nous rappelons ci-dessous :

> **Question 1** : Quelles sont les techniques d'étude, voire les praxéologies d'étude des collégiens en mathématiques développées lors du temps d'apprentissage et hors du temps d'enseignement ?
> **Question 2 :** Quel milieu, au sein du schéma herbartien, se donnent les collégiens dans leur travail personnel, hors du temps de la classe de mathématiques ?

Le questionnaire interroge les techniques d'étude des élèves en les référant à trois des moments, non pas didactiques au sens de la TAD, mais tels que les avait définis Félix dans sa thèse :

- les moments informels : les élèves parlent-ils des exercices de mathématiques dans la cour, dans le bus, dans les couloirs ? A quelle fréquence et avec qui ?
- les moments *ordinaires*, c'est-à-dire lors du travail quotidien entre deux séances
- les moments de révisions d'un devoir surveillé, ou de recherche-rédaction d'un devoir-maison, appelés moments *héroïques* par C. Félix.

Depuis cette partition, chaque moment fait l'objet d'une ou plusieurs questions. Le questionnaire est créé en prenant en compte la difficulté des exercices posés lors du travail à la maison. Le niveau de difficulté influence-t-il la composition du milieu d'étude ? Cette interrogation nous a été suggérée par les réponses des professeurs de notre panel à la question : « quel "genre" d'exercices donnez-vous à faire à la maison quotidiennement ? » et dont trouve ci-dessous quelques extraits :

- « Entre un ou trois exercices entre chaque séance. Application directe du cours (identiques aux exemples /exercices type du cours). »
- « Actuellement je suis "tombée" dans la facilité du travail plutôt rapide et simple à mener. »
- « Travail à la maison systématiquement d'une séance à l'autre. Plutôt facile avec reprise de choses faites en classes ou travail commencé, suffisamment avancé en classe à terminer. »

Dans ces extraits issus d'une étude exploratoire auprès des professeurs de notre échantillon, le travail à la maison quotidien consiste en une poursuite du travail de la technique engagée en classe : il est donc peu utile, lors du travail personnel quotidien à réaliser hors classe, de confronter les réponses données en classe à divers médias ou, ce qui est équivalent, d'utiliser plusieurs ressources. Dans la plupart des contrats classiques, il est souvent implicite que le professeur donne en travail à la maison, durant les moments ordinaires, un travail dont la réponse a déjà été traitée en classe : il nécessite donc au plus des recherches dans le cahier de leçon ou le cahier d'exercices : « application directe du cours » répond un professeur interrogé. On peut d'ailleurs se demander si existe un cahier de recherche, ou une place dans un classeur, dévolue à la recherche d'activités ; ceci ne

semble guère être évoqué. De plus, il est aussi implicite qu'un travail donné du jour pour le lendemain ne nécessite qu'une « recopie » de ce qui a été déjà fait en classe. Ainsi l'élève qui identifie déjà en classe le type de tâches travaillé, ainsi que et la technique de résolution de celui-ci, a certainement l'assurance d'un travail à la maison rapide et efficace. Au regard des éléments précédents, le questionnaire est composé de plusieurs situations qui correspondent soit aux exercices quotidiens, soit aux révisions d'un contrôle, soit à la réalisation de devoir-maison.

3.1.2 Choix de la population

La population choisie est issue de la région Auvergne. Elle se veut être la plus large possible en tenant compte de certains points.

Au niveau de l'âge

Les élèves sollicités proviennent du niveau du collège, de la 6e à la 3e, donc sont âgés de 11 ans à 15 ans, voire un peu plus s'ils ont doublé une classe. Aucun élève de l'école primaire, ni de lycée n'a été interrogé. Une circulaire interdit d'ailleurs les devoirs écrits à l'école élémentaire. On pose l'hypothèse que selon l'âge des élèves et le niveau de classe, il existe une évolution dans les ressources utilisées, notamment parce que la nature de la tâche demandée varie en fonction du niveau de classe, et donc de l'âge. En outre, au fur et à mesure que l'élève grandit, il parvient ou parfois recherche à se libérer de l'emprise professorale.

Au niveau du type d'établissement

Nous avons choisi de classer les établissements selon trois catégories : Réseau d'Education Prioritaire (REP), rural et urbain. Pour établir ce classement, la première étape a consisté à repérer le secteur de recrutement du collège, qui fournit l'origine des populations : sont-elles plutôt urbaines ou rurales ? A l'intérieur des populations urbaines, on distingue deux catégories : les établissements classés REP, qui sont très distinctement identifiés par l'Education Nationale et les autres. Pour établir la distinction rural / urbain, nous nous sommes appuyés sur un rapport paru en juillet 2018, établi par l'Inspection Générale de l'Education Nationale et l'Inspection Générale de l'Administration de l'Education Nationale et de la Recherche, intitulé « mission ruralité[24] ».

Ce document, à l'intention du ministre, définit les établissements ruraux à partir de plusieurs critères. Tout d'abord la faible ou très faible densité des communes du secteur. Les populations rurales se définissent à partir des zones de moins de 300 habitants par km^2, critère utilisé en regard de la grille de densité INSEE. C'est la résidence des élèves qui est prise en compte, puisqu'ils peuvent vivre dans l'espace rural mais être scolarisés ailleurs. Ensuite le deuxième critère porte sur l'absence d'influence de grands pôles d'emplois à proximité (seuil établi à 10 000 emplois). C'est le cas de petites communes

[24] Consultable à l'adresse https://www.education.gouv.fr/cid133319/mission-ruralite.-adapter-l-organisation-et-le-pilotage-du-systeme-educatif-aux-evolutions-et-defis-des-territoires-ruraux.html

péri-urbaines, de faible densité de population, mais situées aux alentours de grandes villes. Le rapport de 2018 désigne ainsi par *élèves ruraux* les élèves scolarisés dans les établissements qui répondent à ces deux critères. Les élèves restants sont alors classés en tant qu'élèves urbains. Nous nous sommes aussi appuyée sur une catégorisation proposée par l'Education Nationale et figurant dans le Bulletin Officiel de l'Education Nationale spécial numéro 8 du 10 septembre 2015. Le classement des différents collèges en France s'opère selon cinq catégories, numérotées de 1 à 5. Les paramètres pris en compte portent sur les effectifs, mais on trouve aussi des paramètres qualitatifs tels que l'offre de formation ou encore l'environnement de l'établissement. Les établissements REP sont tous classés 3, 4 ou 5.

Voici, page suivante, la liste descriptive des collèges retenus pour la passation du questionnaire :

Collège	Descriptif	Secteur de recrutement	Catégorie de l'établissement
AIGUEPERSE Collège Diderot	Secteur rural ville d'Aigueperse. 259 habitants /km²	Population d'Aigueperse et population rurale avoisinante	2
BELLENAVES Collège Jean Baptiste Desfihles	Espace rural isolé. Village de Bellenaves (1016 habitants) et campagnes avoisinantes 29 habitants /km²	Population issue de Bellenaves. Population rurale isolée.	1
BELLERIVE SUR ALLIER Collège Jean Rostand	Secteur urbain et rural, à mixité sociale. Ville périphérique à Vichy. Plutôt favorisé. 448 habitants /km²	Population de la périphérie de Vichy : ➢ Du Centre-ville de Bellerive, périphérie de Vichy ➢ Brugheas, Cognat Lyonne, Serbannes (Campagne environnante de Vichy	2
BRIOUDE Collège Lafayette	Espace urbain. Ville de Brioude. 497 habitants /km²	Population issue de la ville de Brioude	2
CLERMONT – FERRAND Collège Gérard Philippe	Espace urbain et défavorisé classé REP 3344 habitants /km²	Population issue des quartiers Nord de Clermont-Ferrand Population majoritairement défavorisée. Une grande proportion d'enfants primo-arrivants.	3
ROCHEFORT MONTAGNE Collège Gordon Bennet	Espace rural montagneux 50 habitants /km²	Population issue de Rochefort et des campagnes aux alentours	2
VICHY Collège Jules Ferry à Vichy	Espace urbain à mixité sociale classé REP Majoritairement défavorisé 4353 habitants /km²	Population issue : du centre- ville de Vichy, du quartier des Ailes (quartier défavorisé de Vichy), de Vendat, Charmeil, Saint Rémy en Rollat (Campagne environnante de Vichy)	3

VICHY Collège les Célestins	Espace urbain, favorisé 4353 habitants /km²	Population du centre-ville de Vichy	2
VIC LE COMTE Collège de la Comté	Petite ville aux alentours de Clermont Ferrand (4677 habitants) 262 habitants /km²	Population issue de Vic le comte et des campagnes environnantes.	2

Soit, de manière plus succincte et au regard de tous ces éléments :

Collège	Type
AIGUEPERSE Collège Diderot	RURAL
BELLENAVES Collège Jean Baptiste Desfihles	RURAL
BELLERIVE SUR ALLIER Collège Jean Rostand	URBAIN
BRIOUDE Collège Lafayette	URBAIN
CLERMONT –FERRAND Collège Gérard Philippe	REP
ROCHEFORT MONTAGNE Collège Gordon Bennet	RURAL
VICHY Collège Jules Ferry à Vichy	REP
VICHY Collège les Célestins	URBAIN
VIC LE COMTE Collège de la Comté	RURAL

3.1.3 Consignes de passation du questionnaire

Un premier test de passation des questionnaires a été réalisé sur quelques d'élèves, ce qui a permis de modifier des intitulés qui s'étaient avérés litigieux ou difficilement compréhensibles par les élèves. Ce pré-test a aussi permis d'entrevoir la nécessité de deux versions : l'une pour les élèves de 6e pour qui certains mots, comme par exemple le mot « théorème », ne prenaient pas de sens, et une autre version pour les trois autres niveaux du collège : 5e, 4e et 3e.

Il a été décidé que le questionnaire était individuel mais non anonyme : de manière à récupérer, via le professeur la position scolaire de l'élève jugée « Très Bonne », « Bonne », « Moyenne », ou « avec des difficultés ». On a en effet demandé au professeur, lors de la réception des questionnaires remplis par ses élèves, d'y indiquer pour chaque élève, la

mention « Très bon », « Bon », « Moyen » ou « Faible ». Il nous fallait tenir compte du fait que l'élève enquêté pouvait, en répondant au questionnaire, tenter de dissimuler, déformer la vérité ou oublier volontairement certains détails. En effet, le questionnaire n'étant pas anonyme, les élèves auraient pu vouloir donner les « bonnes réponses » afin de ne pas se dévaloriser aux yeux du professeur. Nous essayons de minimiser cet effet, en demandant à un autre professeur de la classe, qui n'est pas le professeur de mathématiques, de faire passer le questionnaire, ou encore de préciser aux élèves qu'il s'agit d'une enquête dont les réponses ne seront pas lues par le professeur de mathématiques de la classe. Voici ci-dessous les consignes que devaient donner aux élèves les professeurs afin de réaliser cette passation :

Passage du questionnaire, si possible par un autre professeur que celui de mathématiques.

- Le questionnaire dure environ 15 minutes.
- S'il y a des questions où vous ne savez pas quoi répondre, ne rien écrire plutôt que de mettre au hasard.
- Le questionnaire concerne le travail à la maison en mathématiques et pas le travail dans d'autres matières.
- Plusieurs réponses peuvent être cochées ou aucune.
- **Le questionnaire sert à réaliser un sondage et ne servira pas à votre professeur de mathématiques pour une quelconque évaluation (ni compétence, ni note, ni bulletin). Cela n'aura aucune incidence sur vous.**
- **Les résultats du questionnaire ne seront pas transmis à votre professeur de mathématiques.**

Il est important que vous répondiez honnêtement sur ce que vous faites réellement et pas sur ce que vous pensez « être bien ».

Une liste de questions susceptibles d'être posées était aussi fournie aux professeurs (Annexe10). Elle est bâtie en tenant compte de la passation des pré-tests réalisés à plus petite échelle. Dans ces versions préparatoires, nous avions pu relever quelques mots qui posaient problème à certains élèves. En rédigeant ces compléments aux consignes, l'objectif poursuivi était, dans la mesure du possible, d'éviter l'influence du professeur sur les réponses, et de placer les élèves des différentes classes dans les mêmes conditions de passation.

Compléments de consignes et questions possibles des élèves

Mise en garde : les situations 1,2 et 3 sont différentes, même si elles sont composées de questions identiques. Relire les encadrés avec les élèves.
Ne pas répondre aux questions des élèves à part pour une incompréhension des questions pour éviter de les influencer.

- Qu'est-ce qu'un manuel ? A prendre comme livre.
- Question 3 : A la maison. Cela peut être chez un voisin, ou chez la grand-mère. Possibilité d'y avoir accès dans le travail personnel.
- Question 4 : site ou forum pas forcément de mathématiques
- Qu'est-ce qu'un exerciseur ? Exercice de mathématiques fait sur ordinateur où l'ordinateur corrige tout seul
- Qu'est-ce qu'un professeur de cours particulier ? Professeur qui vient chez toi pour te donner des cours de mathématiques et que tu payes pour ce service.
- Question 17 : « Résoudre des problèmes compliqués » à prendre comme « faire des exercices très compliqués. »
- Question 22 : Le devoir en question est un devoir maison ou/et devoir surveillé en classe au choix de l'élève.
- Les mots « cahier de leçon » ou « cahier d'exercices » sont à prendre comme partie leçon et partie exercices s'il s'agit d'un classeur ou d'un porte-vues.

Après la passation, on demande au professeur d'indiquer en haut à gauche de chaque questionnaire le niveau de l'élève : Très bon, bon, moyen ou faible. Certains enseignants fournissent de surcroît un relevé des notes en mathématiques de la classe.

3.1.4 Composition du questionnaire

Nous avons précédemment indiqué quelles étaient les finalités du questionnaire et détaillé quelle population était interrogée. Dans ce paragraphe, nous souhaitons montrer comment nous avons envisagé de mettre en œuvre les objectifs que nous nous sommes fixés à travers le questionnaire.

Dans un premier temps, nous nous somme interrogée sur la nature des questions à poser aux élèves : ouvertes, semi-ouvertes ou fermées. Les premières passations à partir de versions antérieures du questionnaire sur un échantillon réduit nous ont montré que les élèves de collège écrivent peu quand les questions sont trop ouvertes : ils n'écrivent rien ou un mot, une ou deux phrases au maximum. C'est pour cette raison que nous avons limitées au minimum le nombre des questions ouvertes. De plus, les versions antérieures, rédigées sur plusieurs pages, ont affolé certains collégiens qui ne se donnaient pas la peine de lire entièrement le questionnaire. Nous avons donc été contrainte d'en réduire la taille.

Le questionnaire final est donc constitué de 23 items tenant sur une feuille recto-verso. Deux questions sont ouvertes. Il s'agit de la question 18 qui concerne la façon de réviser un contrôle de mathématiques et de la question 22 sur les conseils que les élèves

donneraient pour réussir un devoir en mathématiques à un nouvel élève arrivant dans la classe. Nous avons donc préféré poser des questions semi-ouvertes au nombre de huit.

Ces items proposent un choix de réponses que les élèves peuvent à leur gré compléter par leurs propres réponses. Les autres questions sont fermées et proposent un choix de réponses, de manière à ne pas trop cumuler de non-réponses. Une version 6e où nous avons évité le mot « théorème » et une version 5e / 4e / 3e sont données. De plus, le mot « démonstration » posant problème, il a été remplacé par explications et justifications.

On peut scinder le questionnaire en 4 parties. Tout d'abord les items 1 à 6 permettent de définir un profil large de l'élève :

- Quelle est sa classe ?
- A-t-il accès à l'Internet chez lui ou dans son environnement familial ?
- A-t-il un professeur de cours particulier ?
- Discute-t-il de mathématiques en dehors des cours ? A quelle fréquence et avec qui ?

Cette première série de questions permet de donner accès à la disponibilité en ressources de l'élève et à la fréquence de ses discussions informelles.

Les élèves sont ensuite interrogés sur les gestes qu'ils effectuent pour mener à bien leur travail personnel et sur les œuvres qu'ils convoquent dans leur milieu d'étude. Cinq situations sont développées. Les trois premières font appel à des moments *ordinaires,* c'est-à-dire à des moments de travail quotidien à la maison. La quatrième et cinquième situations concernent les moments *héroïques*[25], c'est-à-dire les moments de révision d'un devoir surveillé ou la réalisation d'un devoir maison. La première situation (item 7) décrit un exercice donné du jour au lendemain et que l'élève trouve difficile.

> Situation 1 : Le professeur a donné un exercice du jour au lendemain. Tu trouves l'exercice difficile.

Dans cette situation, on demande à l'élève de citer les ressources qu'il utilise lorsqu'il cherche une piste pour une solution ou lorsqu'il vérifie sa réponse. Fait-il usage du cahier de leçon, du cahier d'exercices, du cahier de l'année dernière, d'un manuel, ou encore de l'Internet ? Fait-il appel à des aides à l'étude ? Si oui, lesquelles ? Ces mêmes questions sont reprises dans les situations 2 et 3.

La deuxième situation (item 8) concerne un exercice donné une semaine ou quinze jours en avance et jugé facile par l'élève. La même série précédente de questions est posée.

> Situation 2 : Le professeur a donné un ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours à l'avance. Tu trouves que c'est facile.

[25] Christine Félix nomme ces moments « héroïques » puisque les élèves, par l'enjeu du devoir, s'engagent d'autant plus dans l'étude.

Quant à la troisième situation (items 9 à 11), elle évoque un exercice donné longtemps en avance et considéré par l'élève comme difficile.

Situation 3 : Le professeur a donné un ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours à l'avance. Tu trouves l'exercice difficile.

La même série de questions est posée (item 9). Lors des trois situations précédentes, on demande quelle ressource (cahier de leçon, manuel…) est utile à l'élève pour l'aider à trouver la solution. L'item 10 permet de préciser ce qu'il extrait de cette ressource. S'agit-il d'une propriété, d'un théorème, d'une définition ou d'un exemple corrigé, d'un exercice ? Le questionnement, dans cet item, concerne l'appartenance des éléments utilisés par l'élève au bloc pratico-technique (types de tâches ou techniques) ou au bloc technologico-théorique.

La question 11 interroge la fonction de la ressource ou de l'aide à l'étude : « Est-ce pour se rassurer ? Valider les résultats ? Expliquer les réponses ? » Notons que dans une version antérieure du questionnaire, nous avions envisagé le cas où l'exercice était donné du jour au lendemain et jugé facile par l'élève. Ce cas n'apportant que peu d'informations, il a été enlevé. La situation 4 (items 12 à 18) questionne les révisions d'un devoir surveillé.

Situation 4 : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques.

Les questions 12 et 13 concernent son rapport à l'étude et la gestion du temps. L'élève révise-t-il tout d'abord le cours puis les exercices ? Ou l'inverse ? Quand commence-t-il à réviser ? La veille ? Quelques jours avant ou encore, bien en amont, une semaine ou plus avant le contrôle ? L'item 14 permet de situer l'élève dans son appréhension du contrat. On demande à l'élève s'il trouve que les exercices du contrôle ressemblent à ceux faits en classe. Quant à la question 15, dans le prolongement de l'item 14, elle recense les élèves qui font des exercices supplémentaires par rapport à ce qui est fait ou demandé en classe, afin de réviser le contrôle. Les questions 16 et 18 permettent de recenser les techniques d'études personnelles lors des révisions des devoirs surveillés.

La question 16 :

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu :
Relis la leçon. Oui Non
Relis tous les exercices. Oui Non
Relis les exercices importants. Oui Non
Refais tous les exercices, cahier fermé. Oui Non
Refais les exercices importants, cahier fermé. Oui Non
Essaies de repérer des points communs entre les exercices. Oui Non

Essaies de trouver une méthode générale pour les exercices. Oui Non
Revois des notions des années précédentes Oui Non

La question 18 :

As-tu des précisions à donner sur ta façon de réviser un contrôle de mathématiques ? Lesquelles ?

La situation 5 (item 19 à 22) concerne les devoirs maison ou devoir en temps libre.

Situation 5 : Tu dois rendre un devoir maison en mathématiques.

Cette situation permet de répertorier les techniques d'étude, notamment en ce qui concerne l'organisation temporelle, pour les items 19 et 20. L'élève s'avance-t-il dans ses devoirs ? Planifie-t-il l'étude ? Possède-t-il des habitudes de travail ? La question 21 porte sur les relectures, les brouillons, et la façon de vérifier ses résultats trouvés dans ses devoirs à la maison. L'élève, vérifie-t-il les calculs ? Les raisonnements ? Les figures ? Les résultats ? La question 17 porte sur le rapport à l'étude de l'élève. Envisage-t-il les mathématiques comme un apprentissage par cœur ? Juge-t-il les explications et justifications importantes ? Et la résolution de problèmes ? La question 17 est la suivante :

Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :
Apprendre par cœur est : Indispensable Utile Inutile

Connaître les explications et les justifications est : Indispensable Utile Inutile

Résoudre des problèmes est : Indispensable Utile Inutile

Enfin, la question 23 permet de conclure le questionnaire sur le sentiment de l'élève à la fin du questionnaire : « As-tu trouvé ce questionnaire difficile ?»

Lors du traitement statistique, les items ne sont pas analysés de manière linéaire, c'est-à-dire dans l'ordre du questionnaire. Nous rassemblons certains items entre eux parce qu'ils permettent de porter un même regard sur les questions relatives à l'étude. Nous donnons les regroupements opérés et leur justification. Nous étudions ensemble les items 1 à 6 puisqu'ils fournissent une réponse sur la disponibilité des ressources de notre panel. Nous traitons conjointement les situations 1, 2 et 3 (items 7 à 9 agrémentés de l'item 11) qui portent sur le travail personnel donné au quotidien. Les situations portant sur la préparation d'un devoir surveillé et d'un devoir à la maison sont étudiées à travers les items 16 et 21. On rassemble les questions 13, 19 et 20 qui traitent de la gestion du temps. Enfin, l'item 12 est associé à l'item 17 qui fournit des informations sur le rapport à l'étude des élèves.

3.2 Analyse univariée de l'échantillon

Notre échantillon est constitué de 786 élèves issus de collèges différenciés de la région Auvergne, venant de la Haute-Loire, de l'Allier et du Puy-de dôme. La population est composée de 784 élèves et de deux élèves issus du dispositif ULIS, Unité Locale d'Intégration Scolaire. Selon les questions, les réponses de ces deux élèves, qui dépendent de la Maison Départementale des Personnes Handicapées, nécessitent un traitement différent puisque, durant les horaires de classe, leur travail personnel est encadré par un professeur référent. En tout, 32 classes ont été interrogées. Les effectifs par classe sont très variables allant de 15 pour certains établissements en Réseau d'Education Prioritaire à 30 pour d'autres collèges. Les questionnaires remplis par les élèves ne sont pas toujours complets. Ainsi, lors de l'analyse statistique nous ôtons systématiquement les réponses manquantes de notre étude. Selon les variables interrogées, le nombre de non-réponse est différent. Pour cette raison, pour chaque table statistique, nous indiquons le nombre de réponses manquantes. Dans un premier temps, nous procédons à l'analyse univariée qui consiste à décrire la répartition de notre population selon une seule variable.

A ce stade, les trois variables considérées dont nous souhaitons tester l'influence sur les techniques d'études sont les suivantes :

- Le niveau de classe que nous associons à l'âge de l'élève. La population étudiée s'étend de la 6e à la 3e.
- Le niveau de l'élève en termes de résultats. Nous avons choisi quatre paliers intitulés « très bon », « bon », « moyen », et « faible ». Le niveau de l'élève a été déterminé par le professeur de la classe au regard de ses résultats notés.
- Le type d'établissement. Les élèves appartiennent à des collèges ruraux, ou issus de centre-ville, ou classés REP (Réseau d'Education Prioritaire).

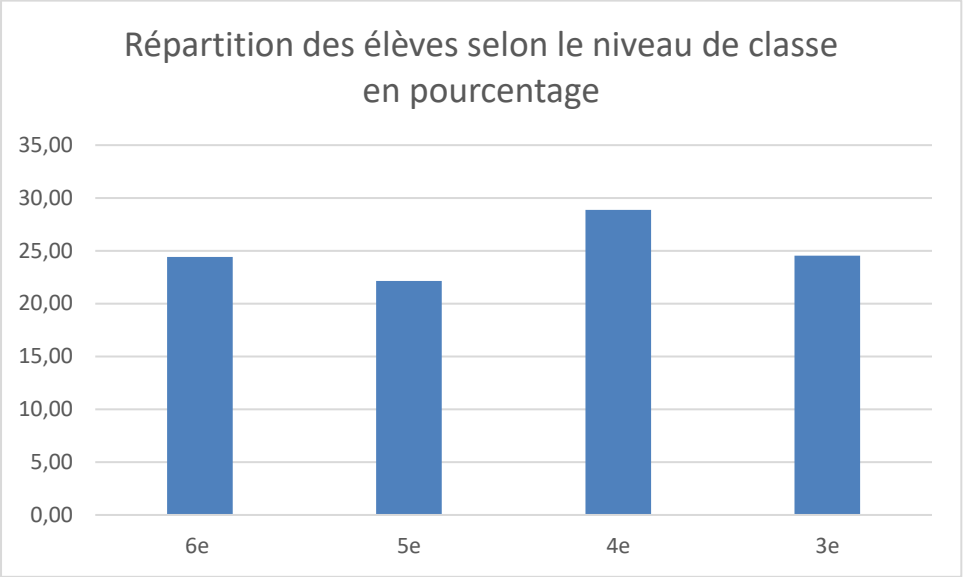
Notre échantillon n'est pas un échantillon représentatif de la population française des élèves de collège. Par exemple, l'enseignement privé n'est pas ici pris en compte. Il représente une certaine réalité de la population scolaire de l'académie de Clermont-Ferrand. Il s'agit de l'étude d'un cas issu de trois départements : le Puy de dôme, l'Allier et la Haute-Loire. L'objectif est d'obtenir des résultats statistiques qui puissent orienter notre étude qualitative par la suite.

3.2.1 Répartition en fonction du niveau de classe

Le tableau ci-dessous indique la répartition des collégiens interrogés selon leur niveau de classe.

Niveau	6e	5e	4e	3e
Nombre d'élèves	192	174	227	193
Pourcentage	24,43	22,14	28,88	24,55

Le panel est constitué de 192 élèves de 6e soit 24 %du total, de 174 de 5e soit 22 %, de 227 élèves provenant de 4e, ce qui représente 29 %, et 193 élèves issus de 3e, soit encore 25 %du panel. Les effectifs entre les différents niveaux de classes sont à peu près équivalents. Les élèves de 4e sont cependant un peu plus nombreux. Sur ce critère nous cherchons une certaine homogénéité dans la répartition.

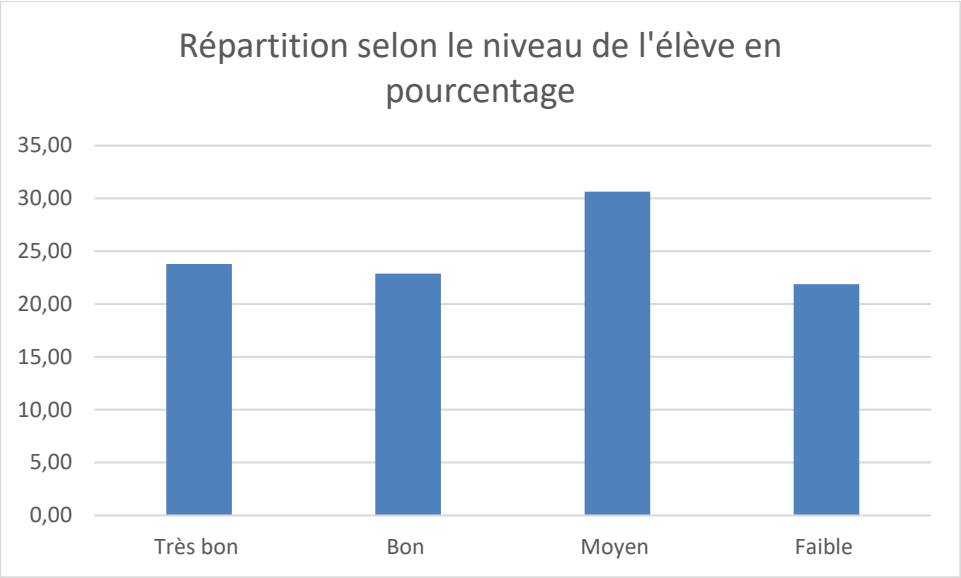


3.2.2 Répartition en fonction du niveau de l'élève en mathématiques

Le tableau suivant indique la répartition quant au critère « niveau de l'élève en mathématiques ».

Niveau	Très bon	Bon	Moyen	Faible
Nombre d'élèves	187	180	241	172
Pourcentage	23,97	23,07	30,89	22,05

Il existe un équilibre entre les faibles (22 %), les bons (23 %) et les très bons (24 %). Le nombre d'élèves moyens présents dans notre panel est un peu plus conséquent et représente 31 %. Les moyens constituent une « masse » importante de notre échantillon.



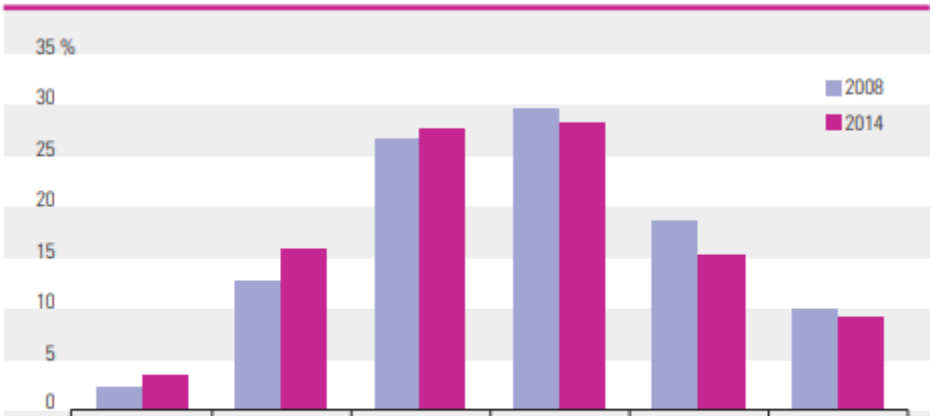
On peut se poser la question de la représentativité de notre panel par rapport la population française sous le point de vue du « niveau de l'élève en mathématiques ». Nous proposons de comparer nos proportions avec celles obtenues lors des évaluations CEDRE 2014, qui catégorisent les élèves de 3e de la population française en six groupes dont voici les critères. Nous formulons une réserve quant au public interrogé pour les évaluations CEDRE, les élèves concernés n'étant que les élèves de 3e. On trouvera ci-dessous quelques informations relatives aux résultats obtenus par CEDRE à partir des publications du ministère de l'Education Nationale.

% Population	2 – Échelle de performances en mathématiques en 2014
Groupe 5 9,1 %	Les élèves du groupe 5 **prennent des initiatives et argumentent** leurs choix. Dans les différents champs mathématiques, ils **mènent des raisonnements structurés**. Ils mobilisent correctement un large éventail de définitions et de propriétés enseignées au collège. Ils sont capables de résoudre un problème à l'aide des nombres en écriture fractionnaire et d'effectuer des opérations sur des radicaux. Enfin, les notions sur les fonctions sont mieux comprises et exploitées par ces élèves. Ils établissent, par exemple, des liens entre définition algébrique, représentation graphique et tableau de valeurs, tous associés à une même fonction.
313	
Groupe 4 15,3 %	Les élèves du groupe 4 **sont capables d'analyses à deux étapes déductives.** C'est à partir de ce groupe qu'ils **produisent des raisonnements formalisés dans une démonstration écrite** et **citent un contre-exemple pour invalider** un énoncé trop général. Confrontés à une figure de géométrie complexe, ils identifient une sous-figure pertinente qui se base sur les conditions suffisantes du théorème usité. De plus, la proportionnalité et les nombres sont des éléments mieux maîtrisés par ces élèves. En effet, ils calculent une quatrième proportionnelle et réalisent des opérations sur les nombres en écriture fractionnaire. Dans le domaine des fonctions, ils comprennent le formalisme f(a) = b. À ce stade, ils ne confondent plus périmètre et aire.
275	
Groupe 3 28,3 %	Les élèves du groupe 3 peuvent conduire des **raisonnements à une étape déductive**. Leurs aptitudes à **réaliser des calculs algébriques** sont étendues. Ils sont capables de développer une expression algébrique simple ou de la factoriser en utilisant la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition. En outre, ils utilisent la proportionnalité comme un outil permettant de résoudre les problèmes. En géométrie, ils savent **mettre en œuvre certains théorèmes** du programme dans des cas simples. Enfin, le calcul d'aire par dénombrement d'unités et la conversion de durées entre les systèmes sexagésimal et décimal sont acquis.
237	
Groupe 2 27,8 %	Les élèves du groupe 2 possèdent de réelles compétences pour **réaliser des calculs sur les nombres entiers et décimaux relatifs.** La maîtrise des programmes de calcul est également très satisfaisante. Ils parviennent en effet à remonter un programme de calcul et proposer les expressions littérales associées. Néanmoins, l'utilisation du calcul littéral reste une difficulté pour eux. La proportionnalité est bien utilisée dans des cas simples de la vie courante et reconnue à partir d'un tableau **(recherche de l'information).** Les conversions d'unités de longueur et de masse simples sont, elles aussi, maîtrisées. La notion de vitesse est globalement comprise, tout comme les calculs de durée (en heures et en minutes).
199	
Groupe 1 15,9 %	Les élèves du groupe 1 manifestent des connaissances et donnent du sens à des situations simples de pourcentage, de représentation dans l'espace, d'unité de durée, et ils sont capables d'un premier pas **vers l'interprétation** ou la mise en relation.
161	
Groupe < 1 3,6 %	Les élèves du groupe < 1 sont capables de **traiter des situations simples** mobilisant des grandeurs ou données familières, d'**extraire de l'information explicite exhaustive** (sans inférence ni interprétation) et de **réaliser des calculs avec les quatre opérations sur les entiers** (attendus en fin de CM2, début de collège).

Extrait de la note d'information n°19 de la DEPP sur les évaluations CEDRE 2014

Les résultats obtenus à l'évaluation CEDRE des élèves de 3e sont les suivants :

1 – Répartition des élèves par groupes de niveaux en 2008 et en 2014 en mathématiques (en %)



	Groupe < 1	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
2008	2,2	12,7	26,8	29,6	18,6	10,0
2014	3,6	15,9	27,8	28,3	15,3	9,1

Graphique extrait du rapport CEDRE 2014

Les élèves du groupe <1 et 1 sont des élèves qui ne sont capables que de résoudre des situations simples. On les classe comme étant des élèves faibles. Les élèves du groupe 2 réalisent des calculs sur les entiers et les décimaux, ils parviennent à « remonter les programmes de calcul » mais l'utilisation du calcul littéral reste une difficulté. Nous les avons classés en tant qu'élèves moyens. Le groupe 3 correspond à des élèves qui parviennent à construire un raisonnement constitué de deux étapes déductives, et qui produisent des raisonnements formalisés dans une démonstration écrite. Nous avons choisi de les apparenter au groupe des bons élèves. Les deux derniers groupes, groupe des meilleurs, sont associés aux très bons élèves en mathématiques. En regroupant les niveaux on trouve :

Niveau	Faible Groupe 1 et <1	Moyen Groupe 2	Bon Groupe 3	Très bon Groupes 4-5
CEDRE 2014 Pourcentage	19,5	27,8	28,3	24,4

Et en comparant avec notre panel :

Niveau	Faible	Moyen	Bon	Très bon
CEDRE 2014	19,5	27,8	28,3	24,4
Notre échantillon	22	30,9	23,1	24

Les effectifs des catégories « faible » et « très bon » issus de CEDRE correspondent à 2,5 %près ou 0,4 %près à notre échantillon. Ils différent quelque peu sur les catégories « moyens » et « faibles ». On peut penser que, pour certains professeurs, tel élève sera moyen mais que pour un autre, le même élève soit considéré comme bon. Autrement dit, le niveau de l'élève, tel que nous l'avons obtenu de la part des professeurs, est sujet à l'interprétation subjective de chaque professeur. Nous n'avons pas voulu utiliser des critères mathématiques pour classer les élèves de notre échantillon. En effet, si le professeur perçoit l'élève comme étant très bon, c'est qu'il satisfait certainement et régulièrement nombre des termes de contrat didactique. Ce qui nous intéresse est précisément l'adéquation de l'élève avec la satisfaction du contrat instauré dans la classe.

3.2.4 Répartition en fonction du type d'établissement

Les pourcentages d'élèves appartenant aux différents types d'établissement sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Type d'établissement	REP	Rural	Urbain
Nombre d'élèves	131,00	305,00	350,00
Pourcentage	16,6	38,8	44,5

Notre échantillon présente un plus faible effectif d'élèves provenant des Réseaux d'Education Prioritaire (16,6 %). Le panel contient davantage d'élèves provenant des zones urbaines et rurales, avec une proportion plus importante d'élèves en zone urbaine, 44,5%contre 38,8 %en zone rurale. Ce panel est-il représentatif de la population auvergnate ?

Nous avons obtenu la proportion d'élèves ruraux et d'élèves scolarisés en REP dans le site de l'académique de Clermont-Ferrand *Les chiffres clefs*[26], consulté en 2017. La région Auvergne compte alors 14,3 %d'élèves scolarisés en éducation prioritaire et 40,3 %en zone rurale. Pour savoir si l'échantillon est représentatif nous calculons l'intervalle de fluctuation à 95 %. La taille de notre échantillon est N = 786.

Comparons le pourcentage des élèves REP de notre échantillon à la population mère de la région Auvergne. Les pourcentages à comparer sont P = 0,143 et p_0 = 0,166.

On a : $Q = 1 - P = 0{,}857$. p_0 suit une loi normale de moyenne P et de variance $\frac{PQ}{N}$.

On a bien NP = 786 × 0,143 = 112,398 > 5 et NQ = 786 × 0,857 = 673,602 > 5

[26] Site accessible à l'adresse : http://www.ac-clermont.fr/orientation/chiffres-cles/

L'intervalle de fluctuation à 95 %est donné par : $I = \left[P - 1{,}96 \times \sqrt{\frac{PQ}{N}}\ ;\ P + 1{,}96 \times \sqrt{\frac{PQ}{N}}\right]$

Il vient : $I = \left[0{,}143 - 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}143 \times 0{,}857}{786}}\ ;\ 0{,}143 + 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}143 \times 0{,}857}{786}}\right]$

Soit $I = [0{,}1185; 0{,}1674]$. Or $p_0 = 0{,}166$. D'où $p_0 \in I$.

Comparons le pourcentage des élèves ruraux au pourcentage issus de la population auvergnate. Ici $P = 0{,}403$; $p_0 = 0{,}388$ et $Q = 1 - P = 0{,}612$. p_0 suit une loi normale de moyenne P et de variance $\frac{PQ}{N}$.

On a bien $NP = 786 \times 0{,}403 = 316{,}758 > 5$ et $NQ = 786 \times 0{,}612 = 481{,}032 > 5$

L'intervalle de fluctuation à 95 %est donné par :

$$I = \left[0{,}403 - 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}403 \times 0{,}612}{786}}\ ;\ 0{,}403 + 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}403 \times 0{,}612}{786}}\right]$$

Soit $I = [0{,}3682; 0{,}4377]$. Or $p_0 = 0{,}388$. D'où $p_0 \in I$.

On conclut ainsi que notre échantillon ***au regard du type d'établissement et sur ce point seulement*** est représentatif de la population l'académie de Clermont-Ferrand au seuil de 95 %. Notons que cet échantillon n'est pas représentatif de la population française qui compte seulement 28 % d'élèves en zone rurale.

3.2.5 Bilan de l'analyse univariée

Notre échantillon est formé de collégiens allant de la 6e à la 3e dont les niveaux de classe sont en proportion presque égales, les 4e étant un peu plus nombreux. Pour ce qui est de la répartition en termes de niveau en mathématiques, les catégories « faibles » et « très bons » sont presque semblables au panel des évaluations CEDRE. Le noyau central composé des « Moyen » et « Bon » varie de quelques points en pourcentage : 3,1 points pour les moyens et 5,2 points pour les bons. En ce qui concerne les types d'établissement, classés éducation prioritaire, élèves ruraux, élèves des zones urbaines, les proportions des élèves de notre échantillon sont représentatives. L'échantillon correspond aux pourcentages issus de la population de l'Auvergne, à 95 % près.

3.3 Traitement des données par analyse bivariée

3.3.1 Plan de l'étude statistique

Nous avons organisé notre analyse des items du questionnaire en trois thèmes :

- Le travail quotidien des élèves, c'est-à-dire les *moments ordinaires*
- Le travail des élèves lors des « devoirs-maison » et lors des révisions de contrôle
- Le rapport à l'étude

Chacun des deux premiers thèmes est lui-même divisé en sous-thèmes. Pour le travail quotidien, nous nous focalisons sur plusieurs axes :

- La disponibilité des ressources : pour travailler, les élèves possèdent-ils chez eux des livres, ou encore l'Internet ?
- Les discussions informelles

Nous entendons par « discussion informelle » toute discussion sur les mathématiques dans un couloir, dans un bus, sur le chemin de l'école, dans la voiture, pendant la récréation, etc. Nous nous sommes intéressée à leur fréquence et aussi avec qui elles ont lieu.

- Les techniques utilisées par les élèves pour chercher une piste lorsqu'ils ne parviennent pas à effectuer d'une tâche demandée

Pour le travail de révision lors de contrôles à venir ou lors de devoirs à la maison, nous avons choisi plusieurs sous-thèmes :

- La gestion du temps
- Les techniques d'étude lors des révisions des contrôles
- Les techniques de vérification et de contrôle lors des devoirs-maisons

En ce qui concerne l'axe « rapport à l'étude des mathématiques », nous cherchons à obtenir :

- La représentation de l'élève de la dimension technologique
- Le mode d'étude. Est-il classique du type COURS/EXERCICES ?

Nous croisons les variables définies par les items du questionnaire avec trois paramètres dont nous pensons qu'ils ont une influence sur les techniques d'étude des élèves.

- Le niveau de classe : de la 6^{e} à la 3^{e}
- Le niveau de l'élève : Très Bon, Bon, Moyen ou Faible.
- Le type d'établissement : REP/urbain/ rural

Nous ne détaillerons pas, dans la suite, les croisements qui nous paraissent ne pas aboutir à des conclusions intéressantes.

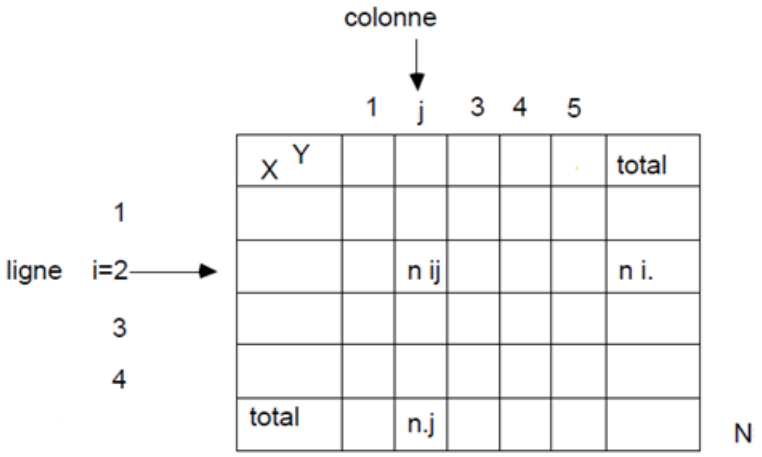
3.3.2 Précisions méthodologiques préalables

Pour le traitement des données collectées, lors de l'approche quantitative, nous utilisons deux outils statistiques, le tableau de contingence et les tests d'indépendance mesurant s'il y a association entre deux variables, notamment celui du χ^2. Dans la suite, les tableaux de contingence et les mesures d'associations sont intégralement pris en charge par le logiciel de statistique SAS. La partie mathématique expliquant son fonctionnement est donc totalement opaque. Nous avons souhaité malgré tout les rendre plus visibles pour permettre d'éclairer le lecteur sur les tableaux produits sous SAS. Nous commençons d'abord par décrire les deux techniques, puis nous finissons par exposer quelques ingrédients technologiques relativement au test d'indépendance du χ^2.

Technique du tableau de contingence et ingrédients technologiques

Soient deux variables *X* et *Y* de modalités respectives x_i avec *i* allant de 1 à *r* et y_j pour *j* allant de 1 à *s*. Dans notre enquête il peut s'agir du niveau de l'élève *X*, et *Y* du type d'établissement. Dans ce cas, la variable *X* possède 4 modalités : x_1 = Très Bon, x_2 = Bon, x_3 = Moyen et x_4 = Faible. La variable *Y* a pour modalités y_1 = REP, y_2 = rural, et y_3 =urbain.

Le tableau de contingence est le tableau des effectifs et des fréquences croisant les deux variables, c'est-à-dire le tableau qui donne l'effectif de la modalité x_i de la variable en ligne *X*, en intersection avec la modalité y_j d'une variable en colonne *Y* ainsi que sa fréquence. On note[27] n_{ij} l'effectif de la cellule de rang *i* en ligne et de rang *j* en colonne ; $n_{i.}$ est l'effectif total sur la ligne *i* et $n_{.j}$ l'effectif total sur la colonne *j*. On désigne par *n* l'effectif total.



On a clairement $n_{i.} = \sum_{j=1}^{s} n_{ij}$ $\quad n_{.j} = \sum_{i=1}^{r} n_{ij}$ $\quad n = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{s} n_{ij}$

Dans notre échantillon, on observe :

[27] Les notations utilisées sont issues du livre de statistique de G. Saporta, *Probabilités. Analyse des données et statistique*, 1992 aux éditions TECHNIP, Paris

	REP	Rural	Urbain	**Total**
Très bon	16	78	93	**187**
Bon	51	66	64	**181**
Moyen	29	104	108	**241**
Faible	34	55	83	**172**
Total	**130**	**303**	**348**	**781**

Le comptage est pris en charge par le logiciel SAS. On complète le tableau de contingence par la fréquence, ainsi que les pourcentages en ligne et en colonne. Pour chaque intersection des modalités x_i et y_j du tableau :

- La fréquence est définie par $f_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$
- Le pourcentage-ligne est donné par $l_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{i.}}$ (on divise par le total en ligne)
- Le pourcentage-colonne se calcule grâce à la formule $c_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{.j}}$ (on divise par le total en colonne).

Ainsi la fréquence des élèves très bons en REP est donnée par le calcul :

$$f_{11} = \frac{16}{781} \approx 0{,}02 = 2\ \%$$

Le pourcentage-ligne des élèves très bons en REP est égal à :

$$l_{11} = \frac{16}{187} \approx 0{,}086 = 8{,}6\ \%$$

Le pourcentage-colonne des élèves très bons en REP est égal à :

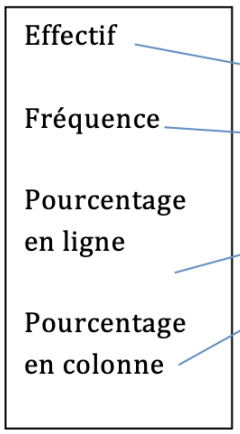
$$c_{11} = \frac{16}{130} \approx 0{,}123 = 12{,}3\ \%$$

La dernière ligne du tableau, appelée ligne marginale, donne la distribution de la variable *Y* « type d'établissement » sans distinction de la variable *X* « niveau de l'élève ». De façon similaire, la dernière colonne, appelée colonne marginale, donne la distribution de la variable *X* sans distinction de la variable *Y*.

Quelle est l'utilité du tableau de contingence sous cette forme ?

Il nous permet d'avoir accès aux distributions conditionnelles. Pour chaque modalité x_i l'ensemble des pourcentages lignes correspond à la distribution conditionnelle de *Y* sachant $x_{i.}$ Autrement dit, cela permet de répondre à la question : parmi x_i quelle est la distribution de *Y* ? Pour chaque modalité y_j l'ensemble des pourcentages colonnes correspond à la distribution conditionnelle de *X* sachant $y_{j.}$ En d'autres termes, cela permet de répondre à la question : parmi y_j quelle est la distribution de *X* ? Pour les

variables « niveau » et « type d'établissement », on trouve le tableau de contingence suivant :



	REP	Rural	Urbain	**Total**
Très bon	16 2 % 8,6 % 12,3 %	78 10 % 41,7 % 25,7 %	93 12 % 49,7 % 26,7 %	**187** **24 %**
Bon	51 7 % 28,2 % 39,2 %	66 8 % 36,5 % 21,8 %	64 8 % 35,3 % 18,4 %	**181** **23 %**
Moyen	29 4 % 12,0 % 22,3 %	104 13 % 43,2 % 34,3 %	108 14 % 44,8 % 31,0 %	**241** **31 %**
Faible	34 4 % 19,8 % 26,2 %	55 7 % 31,9 % 18,2 %	83 11 % 48,3 % 23,9 %	**172** **22 %**
Total	**130** **17 %**	**303** **38 %**	**348** **45 %**	**781** **100 %**

Plusieurs tableaux de contingence sont dressés par la suite. Ils ont tous la même structure, celle décrite précédemment. Les questions que nous nous posons à partir de ces tableaux de contingence sont les suivantes :

- Existe-t-il des effectifs nuls ($n_{ij} = 0$) ou proches de zéro ($n_{ij} < 5$) ?
- Quelle est la répartition conditionnelle de X sachant y_i et inversement celle de Y sachant x_i ?
- En général, une seule répartition est observée selon la question que l'on se pose.
- La distribution d'une colonne j diffère-t-elle de la distribution observée dans l'ensemble de la population, c'est-à-dire de la colonne marginale ?
- La distribution d'une ligne i diffère-t-elle de la distribution observée dans l'ensemble de la population, c'est-à-dire de la ligne marginale ?

Dans notre exemple :

- Il n'y pas d'effectifs nuls ou presque nuls.
- Pour répondre à la question « Quelle est la répartition des TB/B/M et F dans les différents types d'établissements ? » nous cherchons la distribution de X sachant les y_i car on soupçonne une répartition d'élèves faibles plus importante en REP et en zone rurale.

Par lecture du tableau, on obtient la répartition suivante :
- pour les REP : TB : 12,3 % B : 39,2 % M : 22,3 % F : 26,2 %
- Pour les zones rurales : TB : 25,7 % B : 21,8 % M : 34,3 % F : 18,2 %

- Pour les zones urbaines : TB : 26,7 % B : 18,4 % M : 31 % F : 23,9 %

Pour les deux derniers points, la question du lien entre la variable ligne *X* et la variable colonne *Y* est interrogée. Pour cela, nous faisons appel au test du χ^2. Il nous permet d'avoir des éléments de réponse à la question « La répartition très bon/bon/moyen/faible est-elle la même chez les élèves de REP que dans l'ensemble de la population ?

La technique du test d'indépendance du χ^2

On dit qu'il y a association si la répartition des modalités d'une variable est différente selon les modalités de la deuxième variable. Autrement dit, la distribution de *X* diffère selon les modalités de *Y* ou réciproquement. Une mesure d'association indique si les deux variables sont reliées entre elles, sur la base de l'échantillon étudié. La conclusion n'est pas catégorique. On mesure à quel point on prend un risque à un certain seuil α, que nous avons fixé au préalable. Voici les différentes étapes de la technique du test du χ^2 que l'on exemplifie à l'aide du tableau précédent, issu de notre population.

	Effectifs observés venant des questionnaires			
	REP	rural	ville	total
TB	16	78	93	187
B	51	66	64	181
M	29	104	108	241
F	34	55	83	172
total	130	303	348	781

Etape 1 : Formulations des hypothèse H_0 et H_1 et choix du seuil α

On se place dans un modèle probabiliste où l'on pose deux hypothèses :

- l'hypothèse nulle dite prudente notée H_0 : « $\forall\, j \in \{1, \dots, s\}$ la répartition des modalités de X sachant y_j est équivalente à la répartition théorique », ou encore « les deux variables sont indépendantes. »
- l'hypothèse alternative H_1, négation de H_0 : « $\exists\, j \in \{1, \dots, s\}$ telle que la répartition de X sachant y_j soit différente de la répartition théorique » ou encore « Il y a un lien de dépendance entre les deux variables considérées. »

L'hypothèse H_0 est considérée comme vraie tout au long du test. On formule l'hypothèse H_0 dans l'espoir de pouvoir la rejeter, toujours au risque de se tromper dans 5 % des cas. Le seuil α évalue le risque que l'on prend. Nous avons choisi de prendre une décision au seuil de 5 %. On aurait pu choisir 1 %.

Dans notre exemple :

- H_0 : « Le niveau de l'élève et le type d'établissement fréquenté sont indépendants. »

- H_1 : « Il y a un lien de dépendance entre le niveau de l'élève et le type d'établissement. »
- H_1 équivaut à dire que H_0 est fausse.

Remarquons que pour appliquer la loi du khi-deux, il est nécessaire[28] que tous les effectifs considérés soient supérieurs ou égaux à 5.

Etape 2 : Calculs des effectifs théoriques

On calcule les effectifs théoriques qui sont les effectifs obtenus en cas d'indépendance de *X* et *Y*. On dresse alors un deuxième tableau contenant le même nombre de lignes et de colonnes formé des effectifs théoriques notés $t_{ij.}$ Pour ne pas confondre avec les fréquences observées, on distingue t_{ij} et $n_{ij.}$ Dans nos analyses statistiques, plutôt que d'établir un deuxième tableau on complète dans le même tableau les attendus théoriques t_{ij}. On a pour *i=1 ,..., r* et *j= 1,...,s* : $t_{ij} = n \times \frac{n_{i.}}{n} \times \frac{n_{.j}}{n} = \frac{n_{i.} \times n_{.j}}{n}$ (Formule 1)

Effectifs observés, récupérés par questionnaire	Effectifs théoriques en cas d'indépendance sous l'hypothèse nulle.
Tableau observé X Y | j | Total i | n_{ij} | ni. Total | n.j | N	**Tableau théorique** X Y | j | Total i | t_{ij} | ni. Total | n.j | N

En appliquant la formule 1, il vient $t_{11} = \frac{187 \times 130}{781} \approx 31{,}1267$. De façon similaire, on obtient les valeurs approchées des t_{ij}

	Effectifs théoriques			
	REP	rural	ville	total
TB	31,1267606	72,5492958	83,32394366	187
B	30,128041	70,2215109	80,65044814	181
M	40,1152369	93,4993598	107,3854033	241
F	28,6299616	66,7298335	76,64020487	172
total	130	303	348	781

[28] Certains auteurs donnent comme condition d'application « pas plus de 20 % inférieurs à 5. »

On constate que le tableau des effectifs réellement observés et le tableau des effectifs théoriques s'il y avait indépendance, « divergent. »[29] Ces écarts sont-ils imputables aux fluctuations d'échantillonnage ? Pour le savoir on les « mesure » à l'aide du Khi-deux calculé.

Etape 3 : Calculs du Khi-deux calculé χ_C^2 et du nombre de degrés de liberté

Le Khi-deux calculé est donné par la formule : $\chi_C^2 = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{s} \frac{(n_{ij}-t_{ij})^2}{t_{ij}}$ (Formule 2)

On voit que le Khi-deux est nul si $n_{ij} = t_{ij}$ dans le cas d'indépendance. Le χ_C^2 suit une loi du Khi-deux. Le nombre de degrés de liberté *d* du tableau est donné par :

$$d = (r-1)(s-1)$$

où *r* est le nombre de lignes du tableau et *s* le nombre de colonnes.

Le degré de liberté correspond au nombre de modalités de *X* moins 1 multiplié par le nombre de modalités de *Y* auquel on ôte 1. Ici : $d = 2 \times 3 = 6$.

	(obs-th)²/th			
	REP	rural	ville	total
TB	7,35119495	0,40951709	1,123639402	8,88435145
B	14,4595752	0,25378483	3,437518697	18,1508787
M	3,07983949	1,17929625	0,003517508	4,26265326
F	1,00724245	2,06188129	0,527751644	3,59687538
total	25,8978521	3,90447946	5,092427252	34,8947588

Chi-deux	34,8947588	DDL = 6

Total des écarts χ_C^2

On trouve $\chi_C^2 \approx 34{,}9$.

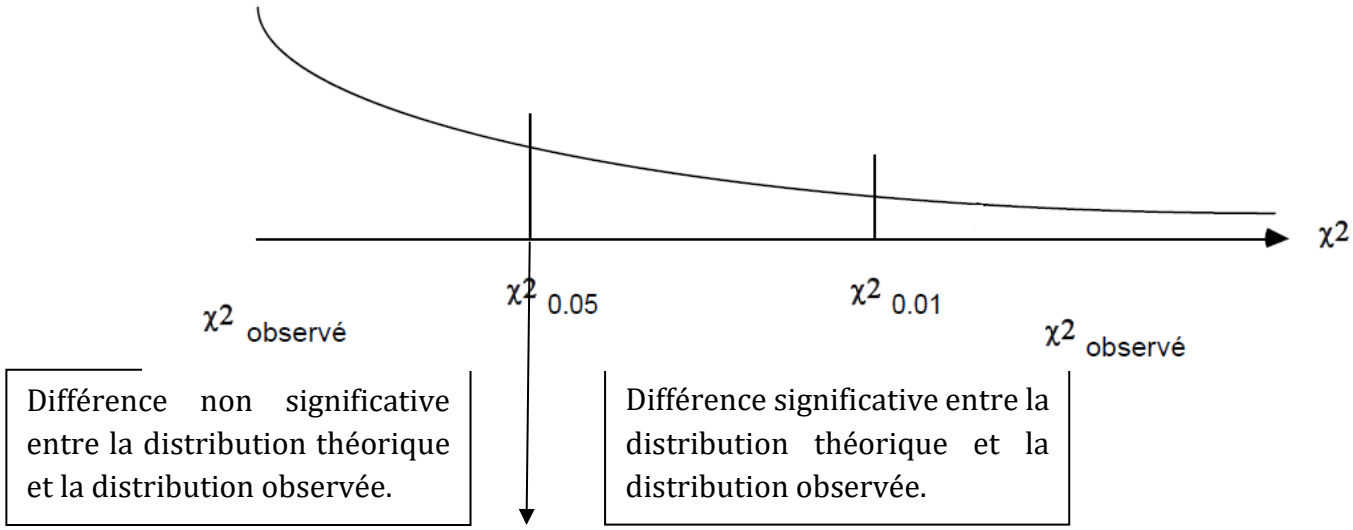
Etape 5 : Calcul de la P-value

On suppose toujours H_0 vraie. Si la probabilité que $\chi^2 \geq 34{,}8$ appelée P-value est inférieure à 0,05 (seuil fixé) et que $\chi^2 \geq 34{,}8$ se produit alors H_0 est fausse. On rejette H_0 au seuil de 5 %.

Pour valider ou invalider nos hypothèses, nous calculons donc la valeur de la P-value, qui permet de prendre une décision par rapport aux hypothèses nulles et alternatives au seuil de signification de 0,05 soit 5 %. La P-value est la probabilité d'obtenir une valeur au moins égale à la valeur du khi-deux calculé. Elle évalue le risque que l'on prend de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle. Cette P-value ne dépend que du nombre de degrés

[29] Au sens de « différence » ou « dissemblance ». Cette différence est justement mesurée par le calcul du Khi-deux.

de liberté calculé précédemment. Elle correspond à l'aire située entre la courbe du χ^2 à d degrés de libertés et l'axe des abscisses à droite de la valeur χ^2_C.



La P-value peut s'obtenir grâce au logiciel SAS. Sur notre exemple, on obtient la table statistique suivante :

P-value du test du Khi deux

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	6	34.8948	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	6	34.5578	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	19.6739	<.0001
Coefficient Phi		0.2114	
Coefficient de contingence		0.2068	
V de Cramer		0.1495	

Le logiciel SAS nous renvoie des tables de résultats statistiques chiffrés qu'il convient ensuite d'interpréter selon le contexte.

Etape 6 : Conclusion

Le raisonnement qui nous permet de conclure le traitement statistique est toujours le même par la suite

Si la p-value < 0,05 alors on rejette H_0, et les variables *X* et *Y* ne sont pas indépendantes, il y a association entre *X* et *Y*. X et Y sont liées.

Si la p-value≥ 0,05 alors on ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que *X* et *Y* soient liées. Nous ne possédons pas suffisamment de preuves pour dire que *X* et *Y* sont liées.

Dans notre exemple :
Comme la p-value est bien inférieure à 0,05, on rejette H_0. Les variables « Niveau de l'élève » et « Type d'établissement » sont reliées. En comparant les effectifs observés et les attendus théoriques, on peut dégager la nature de la liaison. En REP, on observe 16 très bons alors que l'attendu théorique est de 31. Inversement les faibles sont plus nombreux dans les effectifs réels en REP (34) que l'effectif théorique (28).

Notre question était la suivante : « La répartition très bon/bon/moyen/faible est-elle la même chez les élèves de REP que dans l'ensemble de la population ? » La réponse est négative. Il y a moins de très bons et plus de faibles en REP par rapport à l'ensemble de la population.

Nous formulons, à la suite des résultats obtenus, des hypothèses explicatives sur l'origine des associations mises en évidence. Dans notre exemple, la provenance des élèves, d'un point de vue social, influence le niveau de l'élève. Les zones REP sont des zones repérées par le ministère de l'Education Nationale comme étant socialement défavorisées, ce qui expliquerait le déficit de très bons élèves en REP.

Quelques compléments technologiques à propos du test du χ^2

Pourquoi la formule 1 permet-elle de calculer les effectifs théoriques ?

Les effectifs théoriques ou attendus sont calculés de la façon suivante :

$$t_{ij} = N \times \frac{n_{i.}}{N} \times \frac{n_{.j}}{N} = \frac{n_{i.} \times n_{.j}}{N}$$

En effet, on parle d'indépendance lorsque tous les profils colonnes sont identiques, c'est-à-dire lorsque :

$$\forall\, j \in \{1, \dots, s\}\ \frac{n_{1j}}{n_{1.}} = \frac{n_{2j}}{n_{2.}} = \frac{n_{3j}}{n_{3.}} = \cdots = \frac{n_{rj}}{n_{r.}}$$

Autrement dit, la variable *Y* n'influence pas la répartition des modalités de *X*.

D'autre part, $\sum_{i=1}^{r} \frac{n_{ij}}{n_{i.}}\left(\frac{n_{i.}}{N}\right) = \sum_{i=1}^{r} \frac{n_{ij}}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{r} n_{ij} = \frac{n_{.j}}{N}$

Autrement dit, $\forall\, j \in \{1, \dots, s\}$: $\frac{n_{1j}}{n_{1.}} \times \frac{n_{1.}}{N} + \frac{n_{2j}}{n_{2.}} \times \frac{n_{2.}}{N} + \dots + \frac{n_{1rj}}{n_{r.}} \times \frac{n_{r.}}{N} = \frac{n_{.j}}{N}$ (1)

En cas d'indépendance on a : $\forall\, j \in \{1, \dots, s\}\ \frac{n_{1j}}{n_{1.}} = \frac{n_{2j}}{n_{2.}} = \frac{n_{3j}}{n_{3.}} = \cdots = \frac{n_{rj}}{n_{r.}}$

En mettant en facteur dans l'égalité (1) un des $\frac{n_{ij}}{n_{i.}}$, puisqu'ils ont tous égaux, il vient :

$\frac{n_{ij}}{n_{i.}}\left(\frac{n_{1.}}{N} + \frac{n_{2.}}{N} + \cdots + \frac{n_{r.}}{N}\right) = \frac{n_{.j}}{N}$. Or $\left(\frac{n_{1.}}{N} + \frac{n_{2.}}{N} + \cdots + \frac{n_{r.}}{N}\right) = \frac{N}{N} = 1$. D'où : $\frac{n_{ij}}{n_{i.}} = \frac{n_{.j}}{N}$

L'indépendance se traduit par $n_{ij} = \frac{n_{.j} \times n_{i.}}{N}$

Pourquoi le nombre de degré de libertés $d = (r-1)(s-1)$ *?*

Lorsqu'on remplit le tableau de contingence avec les effectifs, le dernier nombre de la dernière ligne est automatiquement fixé par le nombre total de la ligne auquel on soustrait la somme des autres. Il en est de même pour les colonnes. Cela revient à un tableau de taille $(r-1)(s-1)$.

Pourquoi d'autres mesures d'association sous SAS ?

Le khi-deux est un nombre nul sous H_0. Il prend des valeurs positives et dépend de la taille de l'échantillon *N*. Il dépend aussi du nombre de modalités de *X* et de *Y* autrement dit de *r* et *s*. Pour corriger certaines caractéristiques du test du chi-deux, on peut le compléter par des mesures « dérivées » du chi-deux. Pour corriger cette influence de la taille de l'échantillon *N*, Pearson a introduit le coefficient Phi-deux : $\phi^2 = \frac{\chi^2}{N}$

Le coefficient ϕ^2 ne dépend pas de la taille de l'échantillon. Il prend aussi la valeur 0 lorsqu'on a indépendance. La loi de ϕ n'étant pas connue de façon théorique, on ne peut l'utiliser pour tester l'indépendance. Pour obtenir une autre mesure qui ne dépende pas de l'effectif total N, et soit plus petite que 1, Pearson a proposé le coefficient de contingence C : $C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N+\chi^2}} = \sqrt{\frac{\phi^2}{1+\phi^2}}$

De nouveau *C* est compris entre 0 et 1, il vaut encore 0 sous indépendance, mais 1 n'est pas atteint. La loi de *C* n'étant pas connue, on ne peut l'utiliser pour tester l'indépendance.

Pour obtenir un coefficient qui puisse atteindre la valeur 1, Cramer a proposé le coefficient V : $V = \phi \sqrt{\min(r-1; s-1)}$. Ses valeurs possibles sont donc comprises entre -1 et +1 ; il vaudra 0 sous indépendance et +1 ou -1 sous association. Le test du Khi-deux permet de savoir si les variables entretiennent une relation, avec un degré de certitude plus ou moins grand. Par contre, il ne renseigne pas sur l'intensité de cette relation. Le *V* de Cramer permet de mesurer la force de l'association.

Nous terminons ce paragraphe par quelques remarques sur les mesures dérivées du χ^2 d'indépendance :

- elles dépendent des valeurs *r* et s, c'est-à-dire de la taille de la table (sauf *V* de Cramer)
- ϕ^2, *V* et *C* ne dépendent pas de l'effectif total *N*.

3.4 Description de l'échantillon en termes de disponibilités de ressources

Dans un premier temps, il paraît important de faire le point sur les ressources à portée de main des élèves interrogés. Si un élève veut pouvoir confronter une technique à une autre ou bien encore rechercher des technologies pour comprendre une technique méconnue, il doit pour cela disposer de ressources fiables. Le fait d'être fiable reste, bien entendu, à l'appréciation de l'élève lui-même. Cette fiabilité peut concerner un manuel de mathématiques, un frère, un voisin. Elle peut aussi s'appliquer à un cours récupéré chez le grand frère, un cours de professeur particulier, l'Internet où foisonnent les sites de cours, exercices corrigés en ligne, vidéos, ou encore forums. Ainsi pour que les élèves entrent dans une dialectique média-milieu, une condition nécessaire consiste à disposer d'œuvres à confronter. Nous poursuivons donc l'analyse descriptive du panel, en rendant compte de l'accessibilité à certaines œuvres dans les foyers des élèves interrogés. Ces ressources constituent des œuvres du milieu d'étude comportant des réponses $R^{\lozenge}$. Notons que dans tous les établissements interrogés, un manuel de mathématiques est prêté gratuitement par l'établissement. Trois des données recueillies nous intéressent :

- Pour travailler, les élèves questionnés possèdent-ils chez eux des livres de mathématiques autres que le manuel de la classe ?
- Les élèves interrogés ont-ils un accès facile à l'Internet ?
- Les élèves sondés ont-ils reçu des cours particuliers ?

Il nous paraît utile de croiser la disponibilité de ressources avec :

- Le niveau de l'élève : existe-t-il un lien entre « bon élève » et possession d'un livre de mathématiques, et existe-t-il un lien entre « élève faible » ou « moyen » et cours particulier ?
- Le niveau de classe de l'élève : peut-on relier l'âge de l'élève à la possession de livres de mathématiques, à l'accès à l'Internet, ou encore à l'inscription à des cours particuliers ?
- Le type d'établissement : les établissements REP font-ils partie des foyers les moins bien dotés en livres de mathématiques et en accessibilité à l'Internet ?

3.4.1 Possession de livres autre que le manuel de la classe dans les foyers

Nous nous intéressons à l'item :

As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?
Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

Nous obtenons les résultats suivants :

Ne possède pas de livre	Possède un livre	**Total**
567	213	**780**
72.69 %	27.31 %	**100.00 %**

Environ trois quarts (73 %) des élèves ne possèdent pas de livres de mathématiques autres que le manuel de la classe, contre 27 % qui en possèdent un chez eux. Existe-t-il un lien entre la possession de livres autres que le manuel et le fait d'être un bon élève ? Pour le savoir, on croise cet item avec le paramètre « niveau de l'élève » décliné en quatre paliers, très bon, bon, moyen et faible.

As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?
Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait de disposer des livres autres que le manuel de la classe et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait de posséder des livres autres que le manuel de la classe et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par dispo_livre			
niveau	dispo_livre(dispo_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	135	46	181
	131.57	49.427	
	17.31	5.90	23.21
	74.59	25.41	
	23.81	21.60	
F	121	51	172
	125.03	46.969	
	15.51	6.54	22.05
	70.35	29.65	
	21.34	23.94	
M	167	73	240
	174.46	65.538	
	21.41	9.36	30.77
	69.58	30.42	
	29.45	34.27	
TB	144	43	187
	135.93	51.065	
	18.46	5.51	23.97
	77.01	22.99	
	25.40	20.19	
Total	567	213	780
	72.69	27.31	100.00
Fréquence manquante = 6			

Interprétation des résultats statistiques

Parmi ceux des élèves qui possèdent un livre 20 % sont très bons, 22 % sont bons, 30 % sont moyens et 24 % sont faibles.

Le test du Khi-deux donne une p-valeur de 0,29 donc supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0 au seuil des 5 %. On ne peut pas dire que le fait de posséder un livre autre que le manuel soit lié au niveau de l'élève.

On poursuit l'étude sur le même item en cherchant une éventuelle liaison entre le niveau de classe et la possession de livres de mathématiques à la maison.

Item : **As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?**

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait de disposer des livres autre que le manuel de la classe et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Le fait de disposer des livres autre que le manuel de la classe et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par dispo_livre			
classe	**dispo_livre(dispo_livre)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
3eme	109 140.14 13.89 56.48 19.12	84 52.86 10.70 43.52 39.07	193 24.59
4eme	180 164.83 22.93 79.30 31.58	47 62.172 5.99 20.70 21.86	227 28.92
5eme	132 125.62 16.82 76.30 23.16	41 47.382 5.22 23.70 19.07	173 22.04
6eme	149 139.41 18.98 77.60 26.14	43 52.586 5.48 22.40 20.00	192 24.46
Total	570 72.61	215 27.39	785 100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	33.9539	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	32.1620	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	16.7235	<.0001
Coefficient Phi		0.2080	
Coefficient de contingence		0.2036	
V de Cramer		0.2080	

Interprétation des résultats statistiques

Parmi ceux des élèves qui possèdent un livre, 20 % sont en sixième, 19 % en cinquième, 22 % en quatrième et 39 % en troisième. On observe une forte proportion en classe de troisième. La P-value, le test de vraisemblance sont inférieurs à 0,0001, donc bien inférieurs à 0,05. On rejette donc H_0 au seuil des 5 %. On observe une dépendance extrêmement significative entre le niveau de classe et le fait de disposer d'un ouvrage de mathématiques à la maison autre que le manuel prêté par le collège. Les élèves de sixième et de cinquième sont peu nombreux à posséder des livres de mathématiques à la maison. Les résultats en quatrième sont plus proches des résultats théoriques en cas d'indépendance. C'est surtout en classe de troisième que les élèves sont plus nombreux, par rapport à leur répartition théorique, à posséder des ouvrages. On peut penser qu'il existe une relation avec le passage du brevet des collèges dans ce niveau de classe.

Le questionnaire qui demandait de préciser l'origine (achat à l'occasion de difficultés sur un chapitre, livre de l'école primaire, livres provenant des frères et sœurs…) nous conforte pour aller dans le sens de cette interprétation. Nous avons recensé l'origine de ces ouvrages parmi les élèves de troisième.

La majorité (41 %) des livres de mathématiques présents chez les élèves de troisième sont des ouvrages parascolaires comprenant des fiches de cours pour le brevet, des résumés, des formulaires et des exercices corrigés du type de ceux du brevet. On trouve, ensuite, dans 27 % des cas, des manuels scolaires de troisième issus de la fratrie, de cousins, voire des parents. 17 % ont acheté les annales du brevet et 4 % des élèves ont acheté, avant la rentrée en troisième, des cahiers de vacances pour pouvoir aborder sereinement la classe de troisième. Pour les autres (11 %), aucune précision n'a été donnée par les élèves sur la nature de l'ouvrage ou l'origine de l'acquisition. C'est donc la pression du passage de l'examen du brevet des collèges qui poussent les élèves à se munir d'un livre de mathématiques autre que celui de la classe.

On recherche un lien éventuel entre la possession de livres de mathématiques et le type d'établissement fréquenté.

Item : **As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?**

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait de posséder un livre autre que le manuel de la classe et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Le fait de posséder un livre autre que le manuel de la classe et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par dispo_livre			
localisation	**dispo_livre(dispo_livre)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	102 95.121 12.99 77.86 17.89	29 35.879 3.69 22.14 13.49	131 16.69
rural	234 220.74 29.81 76.97 41.05	70 83.261 8.92 23.03 32.56	304 38.73
ville	234 254.14 29.81 66.86 41.05	116 95.86 14.78 33.14 53.95	350 44.59
Total	570 72.61	215 27.39	785 100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	10.5527	0.0051
Test du rapport de vraisemblance	2	10.5163	0.0052
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	8.7310	0.0031
Coefficient Phi		0.1159	
Coefficient de contingence		0.1152	
V de Cramer		0.1159	

Interprétation des résultats statistiques

On trouve parmi ceux qui ont un livre de mathématiques, en dehors du contrat de classe, 13 % en REP, 23 % en zone rurale et 33 % pour les collèges de centre-ville.

Dans ce cas encore, on retrouve une P-value et un test de vraisemblance inférieur à 0,05 démontrant une relation de dépendance.

On rejette H_0. Les effectifs en REP et en milieu rural sont inférieurs à ceux attendus (29 pour 35,879 en REP et 70 pour 83,261). Il y a donc un déficit en livres dans les zones rurales et les zones REP. L'écart est d'autant plus grand en zone rurale. On peut penser qu'en étant plus éloignés des points de vente des livres parascolaires, les achats sont moins accessibles. Les élèves de centre-ville sont quant à eux mieux dotés en livres à la maison (116 observés pour un attendu de 95,86). Les milieux REP et ruraux sont dans leur ensemble plus défavorisés financièrement par rapport aux élèves issus de collège de centre-ville, ce qui pourrait expliquer aussi cette différence.

3.4.2 Accès à l'Internet

On s'intéresse maintenant à l'item : As-tu accès à Internet à la maison ?

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

Accès à l'Internet	Non	Oui
Fréquence	2,3 %	97,7 %

La quasi-totalité des élèves ont un accès à l'Internet. Ils ont donc l'opportunité de l'utiliser en tant que média pour trouver des $R^{\emptyset}$. Pour l'instant, nous ne testons que la possibilité de d'y avoir accès. Nous verrons par la suite si véritablement ils l'utilisent. L'élève peut y trouver des techniques, des éléments technologiques déjà présentés dans le système didactique principal mais aussi non abordées en classe. Il peut trouver des compléments avec des explications via des vidéos ou encore via des forums. Examinons la répartition selon nos différentes variables.

Item : **As-tu à ta disposition accès à Internet à la maison ?**

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait d'avoir accès à Internet et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait d'avoir accès à Internet et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par dispo_Internet			
niveau	dispo_Internet(dispo_Internet)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	6	175	181
	4.1716	176.83	
	0.77	22.41	23.18
	3.31	96.69	
	33.33	22.94	
F	6	166	172
	3.9641	168.04	
	0.77	21.25	22.02
	3.49	96.51	
	33.33	21.76	
M	2	239	241
	5.5544	235.45	
	0.26	30.60	30.86
	0.83	99.17	
	11.11	31.32	
TB	4	183	187
	4.3099	182.69	
	0.51	23.43	23.94
	2.14	97.86	
	22.22	23.98	
Total	18	763	781
	2.30	97.70	100.00
Fréquence manquante = 5			

Interprétation des résultats statistiques

Commençons par une remarque préalable. Cet accès n'est pas forcément situé dans l'habitation familiale. La question était posée en termes de ressource accessible lorsqu'il travaille personnellement. Cela peut être chez un voisin, un grand parent ou au collège si les heures d'étude permettent un travail personnel. Imaginons que l'élève travaille chez sa grand-mère tous les mercredis après-midi et qu'elle possède l'Internet, cet élève peut apparaître[30] dans les réponses codées 1. La question se pose en tant que moyen facile d'accès de disposer d'informations provenant d'Internet pour leur travail personnel.

On observe que les attendus théoriques et les effectifs observés sont quasiment identiques. On ne peut pas affirmer avec une P-value égale à 0,23 donc supérieure à 0,05 qu'il y a un lien entre le niveau de l'élève et l'accès à Internet. On ne rejette pas H_0.

[30] La consigne a été donnée aux professeurs.

Quelle est la répartition selon le niveau de classe, donc l'âge de l'élève ?

Item : **As-tu à ta disposition accès à Internet à la maison ?**
Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**
H_0 : Le fait d'avoir accès à Internet et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait d'avoir accès à Internet et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par dispo_Internet			
classe(classe)	dispo_Internet(dispo_Internet)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	1 4.4198 0.13 0.52 5.56	192 188.58 24.43 99.48 25.00	193 24.55
4eme	7 5.1985 0.89 3.08 38.89	220 221.8 27.99 96.92 28.65	227 28.88
5eme	0 3.9847 0.00 0.00 0.00	174 170.02 22.14 100.00 22.66	174 22.14
6eme	10 4.3969 1.27 5.21 55.56	182 187.6 23.16 94.79 23.70	192 24.43
Total	18 2.29	768 97.71	786 100.00

Interprétation des résultats statistiques

La question est posée dans un objectif de possibilité d'accès à Internet pour travailler s'il manque aux élèves des compléments mathématiques. Très peu d'élèves n'ont pas d'accès à Internet dans leur travail personnel. On les trouve surtout dans notre échantillon en sixième et en quatrième. Notons que certaines valeurs étant inférieures à 5 on ne peut pas appliquer de test du khi-deux. Potentiellement, Internet peut être un média servant à rechercher des réponses validées par l'institution ou des exercices complémentaires.

Peut-on envisager par contre un lien entre l'accessibilité à l'Internet et le type d'établissement, REP, rural ou centre-ville ?

Item : **As-tu à ta disposition accès à Internet à la maison ?**
Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait d'avoir accès à Internet et le type d'établissement sont indépendants.
H_1 : Le fait d'avoir accès à Internet et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par dispo_Internet			
localisation	**dispo_Internet(dispo_Internet)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	7 3 0.89 5.34 38.89	124 128 15.78 94.66 16.15	131 16.67
rural	6 6.9847 0.76 1.97 33.33	299 298.02 38.04 98.03 38.93	305 38.80
ville	5 8.0153 0.64 1.43 27.78	345 341.98 43.89 98.57 44.92	350 44.53
Total	18 2.29	768 97.71	786 100.00

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	6.7613	0.0340
Test du rapport de vraisemblance	2	5.4755	0.0647
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	5.2302	0.0222
Coefficient Phi		0.0927	
Coefficient de contingence		0.0924	
V de Cramer		0.0927	

Interprétation des résultats statistiques

En Rep 95 % ont accès à Internet, 98 % en zone rurale et 99 % en ville.
Avec une P-value de 0,034, donc inférieur à 0,05, on rejette H_0. Les différences sont significatives. On peut conclure à une relation entre l'accès à l'Internet et le type d'établissement. Il y a plus d'élèves qui n'ont pas Internet dans les milieux REP que dans les zones centre-ville plus aisées.

3.4.3 Aide à l'étude par cours particulier

Les cours particuliers se sont de plus en plus développés ces dix dernières années sous la forme d'entreprises, voire de sociétés de coaching scolaire. Leur forme peut varier, comme le précisent (Glasman & Besson, 2004) :

> Les cours particuliers sont donnés par des prestataires qui peuvent être des enseignants ou des étudiants, le faisant à titre individuel ou dans le cadre d'une structure commerciale qui les

> salarie ou les met en relation avec les clients. Les cours se donnent sous forme individuelle, au domicile de l'élève ou du prestataire, ils se donnent aussi à de petits groupes de cinq ou six élèves, dans la salle de séjour d'un enseignant à la retraite ou dans les locaux d'une entreprise spécialisée, ils peuvent aussi prendre place dans une salle de classe de l'école, après les heures scolaires. On trouve, dans certains pays, des cours particuliers qui ont ceci de surprenant qu'ils rassemblent en fait plusieurs dizaines d'élèves, voire des "amphis" complets de plus de deux cents élèves (Bray et Kwok, 2003 ; Bray, 2003 ; Bray, 1998). La taille de l'entreprise de cours particuliers va de la petite activité individuelle non déclarée à la grande entreprise fonctionnant sur une base internationale (Sylvan en France, ou Kumon au Japon, par exemple) et cotée en bourse ; Acadomia, qui propose des cours à domicile. (Glasman & Besson, 2004)

Qu'en est-il dans notre panel ?

	A des cours particuliers	**N'a pas de cours particuliers**	**Total**
Pourcentage	3 %	97 %	100 %

Les cours particuliers restent donc une aide qui se situe à la marge dans notre échantillon.

D'après les données INSEE 36 % des élèves ont pris des cours particuliers au moins une fois dans leur vie. On trouve surtout des élèves au lycée. Seulement 3 % dans notre étude sont concernés, on peut donc supposer, sans prendre trop de risques, que l'essentiel des techniques d'étude utilisées par les élèves sont les effets de l'enseignement produit en classe ou provenant du milieu familial. Notons que dans notre panel les élèves qui prennent des cours particuliers sont tous issus de centre-ville.

3.4.4 Conclusion sur la disponibilité des ressources

On peut résumer les liens de dépendance trouvés grâce à un tableau. La croix indique qu'un lien n'a pas pu être établi.

Lien de dépendance ?	**Niveau de l'élève TB/B/M/F**	**Classe fréquentée 6e/5e /4e /3e**	**Type d'établissement REP/Rural/Urbain**
Possède un livre autre que le manuel de la classe	x	Oui p-valeur <0,001 taux fort de livres parascolaires en troisième	Oui p-valeur = 0,0051
A un accès à l'Internet	x	x	Oui p-valeur = 0,034

Trois quarts des élèves ne possèdent pas chez eux de livre de mathématiques autre que le manuel de la classe. Ce sont surtout les élèves de troisième qui ont fait l'acquisition de

livres parascolaires du type « annales corrigées » ou « révisions pour le brevet ». On peut conclure que les livres (autre que le manuel de la classe) ont peu de chance de vivre en tant que média à part en classe de troisième. Aussi sera-t-il important de procéder à une analyse des manuels choisis par les enseignants car ce sont les seuls documents, en complément du cours de la classe, que les élèves peuvent consulter.

L'Internet peut potentiellement être un média intéressant puisque 98 % des élèves de notre échantillon y ont accès. On note cependant que les zones REP et rurales sont défavorisées en termes de possession de livres et d'accessibilité à Internet par rapport aux collèges de centre-ville. Notre intuition de départ s'est confirmée : les élèves de REP sont effectivement moins dotés en termes de ressources. L'aide à l'étude par cours particuliers est très peu répandue dans notre population, et touche surtout les élèves de centre-ville.

3.5 Question portant sur les discussions informelles

Nous appelons discussions informelles toute discussion sur les mathématiques qui se déroule en dehors de la classe et qui est quasi-spontanée (dans les couloirs, le bus, la cour…) Ces discussions font partie intégrante du travail personnel de l'élève. Elles sont essentielles pour croiser son point de vue et celui d'autrui. Elles participent à la construction du milieu pour l'étude. Elles permettent soit d'insérer dans le milieu de nouvelles questions ou encore d'obtenir des réponses $R^{\diamond}$ à partir d'une tierce personne. La question numéro 5, ci-dessous, nous a permis de recueillir des informations sur la fréquence et sur les personnes privilégiées pour ces discussions :

> **Item 5 : T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ?**
> **Réponse 1 : Jamais**
> **Réponse 2 : Très peu**
> **Réponse 3 : Souvent**
> **Réponse 4 : Régulièrement**
>
> **Si oui, plutôt avec qui ?**
> **Réponse 1 : Professeur**
> **Réponse 2 : Camarade**
> **Réponse 3 : Surveillants**
> **Réponse 4 : Parents, famille, éducateurs,**
> **Réponse 5 : Autre à préciser**

Notre première observation consiste à relever que rares sont les élèves qui n'ont jamais de discussions informelles sur les mathématiques (5 %).

Discussion informelle	**Jamais**	**Très peu**	**Souvent**	**Régulièrement**
	5 %	33 %	45 %	17 %

Dans la suite et afin de simplifier l'analyse statistique, on regroupe pour certaines tables les réponses « Jamais » et « Rarement » ainsi que les réponses « Souvent » et « Régulièrement ». Nous croisons cette variable avec :

- Le niveau de classe (sixième à la troisième)
- Le niveau de l'élève
- Le type d'établissement

3.5.1 Les discussions informelles en fonction du niveau de l'élève en mathématiques

Dans ce paragraphe, nous croisons le niveau de l'élève avec la fréquence des discussions informelles.

Item : **T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ?**
Réponse 1 : Jamais - Réponse 2 : Très peu - Réponse 3 : Souvent - Réponse 4 : Régulièrement.
H_0 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par discussion_math					
niveau(niveau)	discussion_math(discussion_math)				
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	4	Total
B	4	62	87	28	181
	9.2702	58.634	82.968	30.128	
	0.51	7.94	11.14	3.59	23.18
	2.21	34.25	48.07	15.47	
	10.00	24.51	24.30	21.54	
F	19	64	67	22	172
	8.8092	55.718	78.843	28.63	
	2.43	8.19	8.58	2.82	22.02
	11.05	37.21	38.95	12.79	
	47.50	25.30	18.72	16.92	
M	9	74	113	45	241
	12.343	78.07	110.47	40.115	
	1.15	9.48	14.47	5.76	30.86
	3.73	30.71	46.89	18.67	
	22.50	29.25	31.56	34.62	
TB	8	53	91	35	187
	9.5775	60.577	85.718	31.127	
	1.02	6.79	11.65	4.48	23.94
	4.28	28.34	48.66	18.72	
	20.00	20.95	25.42	26.92	
Total	40	253	358	130	781
	5.12	32.39	45.84	16.65	100.00
Fréquence manquante = 5					

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	9	23.6552	0.0049
Test du rapport de vraisemblance	9	21.7922	0.0096
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.7144	0.0994
Coefficient Phi		0.1740	
Coefficient de contingence		0.1715	
V de Cramer		0.1005	

Interprétation des résultats statistiques

On observe que 19 % des très bons discutent régulièrement de mathématiques en dehors des cours, 15 % des bons le font, 19 % des moyens et 13 % des faibles. Les résultats statistiques avec une p-valeur de 0,0049 donc inférieure à 0,05 nous indiquent qu'il existe une dépendance très significative entre le niveau de l'élève et la fréquence de ses discussions informelles. On rejette H_0. Les faibles se caractérisent par un déficit de discussions informelles. Les élèves bons, très bons et moyens de notre panel présentent des effectifs supérieurs aux attendus théoriques calculés en cas d'indépendance (réponses 3 et 4). Ces différences sont d'autant plus fortes au niveau de la catégorie « moyen ».

3.5.2 Les discussions informelles en fonction du niveau de classe

Nous recherchons ci-dessous l'existence d'une relation entre l'âge de l'élève et la régularité des discussions informelles.

Item : **T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ?**

Réponse 1 : Jamais et très peu - Réponse 2 : Souvent et régulièrement

H_0 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et niveau de classe sont indépendants.

H_1 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par discussion_math					
classe(classe)	discussion_math(discussion_math)				
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	4	Total
3eme	9	64	88	32	193
	9.8219	62.615	88.397	32.167	
	1.15	8.14	11.20	4.07	24.55
	4.66	33.16	45.60	16.58	
	22.50	25.10	24.44	24.43	
4eme	9	67	116	35	227
	11.552	73.645	103.97	37.833	
	1.15	8.52	14.76	4.45	28.88
	3.96	29.52	51.10	15.42	
	22.50	26.27	32.22	26.72	
5eme	5	45	89	35	174
	8.855	56.45	79.695	29	
	0.64	5.73	11.32	4.45	22.14
	2.87	25.86	51.15	20.11	
	12.50	17.65	24.72	26.72	
6eme	17	79	67	29	192
	9.771	62.29	87.939	32	
	2.16	10.05	8.52	3.69	24.43
	8.85	41.15	34.90	15.10	
	42.50	30.98	18.61	22.14	
Total	40	255	360	131	786
	5.09	32.44	45.80	16.67	100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	9	24.2964	0.0039
Test du rapport de vraisemblance	9	23.8207	0.0046
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.0870	0.0789
Coefficient Phi		0.1758	
Coefficient de contingence		0.1732	
V de Cramer		0.1015	

Interprétation des résultats statistiques

35 % des sixièmes discutent de mathématiques souvent (réponse 3), 51 % des cinquièmes, 51 % des quatrièmes et 46 % des troisièmes. Les tests statistiques (P-value à 0,0039 ; rapport de vraisemblance à 0,0046 nous montrent qu'il existe un lien de dépendance entre la régularité des discussions informelles et le niveau de classe. On rejette H_0. Les classes de sixième font preuve de moins de régularité au niveau des discussions informelles alors que les élèves de quatrième et de cinquième se démarquent par un taux fort. En classe de troisième le taux est sensiblement le même que l'attendu théorique. On peut penser que la classe de quatrième est une classe où les ruptures dans les apprentissages sont plus importantes que dans les autres niveaux. Le calcul littéral prend une importance prépondérante par rapport à la classe de cinquième où l'algèbre ne constitue qu'une introduction. De plus, les théorèmes de géométrie tels que les théorèmes de Pythagore et de Thalès qui constituent des théorèmes pour lesquels la démonstration prend une place plus importante, sont travaillés en classe de quatrième. On poursuit ci-dessous par l'analyse en fonction du type d'établissement.

3.5.3 Les discussions informelles en fonction du type d'établissement

On cherche une relation entre la fréquence des discussions informelles au sujet des mathématiques et le type d'établissement fréquenté.

Item : **T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ?**

Réponse 1 : Jamais - Réponse 2 : Très peu - Réponse 3 : Souvent - Réponse 4 : Régulièrement.

H_0 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : La fréquence des discussions informelles sur les mathématiques et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par discussion_math					
localisation(localisation)	discussion_math(discussion_math)				
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	4	Total
REP	10	50	61	10	131
	6.6667	42.5	60	21.833	
	1.27	6.36	7.76	1.27	16.67
	7.63	38.17	46.56	7.63	
	25.00	19.61	16.94	7.63	
rural	12	91	136	66	305
	15.522	98.95	139.69	50.833	
	1.53	11.58	17.30	8.40	38.80
	3.93	29.84	44.59	21.64	
	30.00	35.69	37.78	50.38	
ville	18	114	163	55	350
	17.812	113.55	160.31	58.333	
	2.29	14.50	20.74	7.00	44.53
	5.14	32.57	46.57	15.71	
	45.00	44.71	45.28	41.98	
Total	40	255	360	131	786
	5.09	32.44	45.80	16.67	100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	6	15.7205	0.0153
Test du rapport de vraisemblance	6	16.7585	0.0102
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.8082	0.1787
Coefficient Phi		0.1414	
Coefficient de contingence		0.1400	
V de Cramer		0.1000	

Interprétation des résultats statistiques

La distribution des discussions informelles régulières (réponse 3 et 4 cumulées) est la suivante :

54 %des élèves REP

66 %des élèves ruraux

62 %des élèves urbains.

On remarque clairement un taux très bas en zone d'éducation prioritaire. A partir de la p-valeur à 0,0153, inférieure à 0,05 on conclut qu'un lien existe entre le type d'établissement fréquenté et la fréquence des discussions informelles. On rejette H_0. Les classes en REP discutent moins en dehors des cours de mathématiques que leurs camarades. L'écart avec l'attendu théorique est significativement élevé. En zone rurale aussi on remarque une différence significative, dans l'autre sens. Les élèves ruraux discutent plus en dehors des cours que les autres. Les effectifs observés et théoriques des classes provenant de la ville sont quasiment identiques. Les écarts se situent au niveau des zones REP et zones rurale avec une sous-représentation en zone REP.

3.5.4 Conclusion sur les discussions informelles

Environ 62 % des élèves discutent régulièrement (réponses 3 et 4) de mathématiques en dehors de la salle de classe. En ce qui concerne la variable « fréquence des discussions informelles », on voit se jouer des scénarios différents selon les niveaux des élèves en mathématiques. Il existe une relation très forte entre la fréquence de ces discussions et le niveau de l'élève. Les élèves moyens et très bons sont sur-représentés. A l'inverse, les élèves faibles déclarent discuter peu de mathématiques. Le type d'établissement a aussi une influence sur ce paramètre. Les élèves de REP discutent moins de mathématiques que les autres, contrairement aux élèves ruraux qui, quant à eux, discutent beaucoup de mathématiques en dehors des cours. Une relation existe entre le niveau de classe et la fréquence des discussions informelles. Ce sont les élèves de sixième qui parlent le moins de mathématiques à l'extérieur de la classe, et les élèves de quatrième le plus. L'approche qualitative permettra d'affiner ces premiers résultats. Quelle est la nature exacte des discussions engagées par les très bons élèves et les élèves moyens ? Leur offrent-elles une possibilité de confronter des idées ?

On peut récapituler les résultats sous la forme d'un tableau montrant les liens de dépendance.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève TB/B/M/F	Classe fréquentée $6^e/5^e/4^e/3^e$	Type d'établissement REP/Rural/Urbain
Discute régulièrement, souvent, très peu ou jamais de mathématiques en dehors des cours.	Oui p-valeur = 0,0049	Oui p-valeur =0,0039	Oui p-valeur =0,0153

3.6 Travail personnel des élèves au quotidien

Le travail des élèves réalisé au quotidien se réalise dans les petits exercices demandés du jour pour le lendemain, dans les leçons à apprendre au jour le jour. Les exercices qui trouvent place dans un temps plus long, mais qui ne sont pas notés, contribuent aussi au travail personnel quotidien des collégiens.

Les items de notre questionnaire, qui interrogent le travail quotidien, correspondent aux situations 1, 2 et 3. Elles sont construites sur la base des déterminants mis en exergue dans le paragraphe 2.7 présentant les questions problématiques. En effet, nous avons émis l'hypothèse que l'élève s'engage véritablement dans des techniques d'étude et de recherche pour les raisons suivantes :

- l'exercice est évalué, relevé et/ou visé par le professeur.

- l'exercice est jugé difficile par l'élève, ce qui lui impose, pour trouver la solution, de s'engager dans des techniques d'étude ne se limitant pas à du « recopiage » de ce qui a été étudié en classe
- l'exercice est donné suffisamment à l'avance permettant à l'élève de se l'approprier plus amplement.

Les situations 1,2 et 3 du questionnaire correspondent à des situations non soumises à une évaluation. Elles sont élaborées en prenant en compte des différences de difficulté mathématique et de temps laissé par les professeurs pour les réaliser. Récapitulons les énoncés :

- La situation 1 réfère à un exercice difficile donné du jour au lendemain.
- La situation 2 correspond à un exercice facile donné une semaine ou 15 jours en avance.
- La situation 3 propose un exercice difficile donné une semaine ou 15 jours en avance.

Nous avons considéré que la situation consistant à donner, du jour au lendemain, un exercice jugé facile ne constituait pas une donnée intéressante pour notre recherche, l'élève n'ayant pas besoin de s'engager dans une véritable étude.

3.6.1 Différence de réponses des élèves entre les trois situations

Lors de la saisie des données, nous avons été surprise par la régularité des résultats concernant les trois premières situations. Lors du travail « quotidien », non soumis à une évaluation, les élèves semblent travailler de la même manière et cela, sans tenir compte ni du temps qui leur est imparti, ni de la difficulté de l'exercice à chercher. L'une de nos hypothèses consistait à penser que l'élève s'engagerait dans des techniques d'étude ne se réduisant pas à un recopiage acritique d'éléments provenant de la classe, mais situant plutôt son travail dans une dialectique des médias et des milieux, si le niveau de difficulté le nécessitait ou si le temps laissé pour réaliser l'exercice était plus conséquent. Ce n'est pas le cas. Aussi avons-nous cherché à mettre en exergue cette similarité dans les réponses des élèves au niveau des situations 1, 2 et 3. Pour exemple, pour les dix premiers élèves, nous avons extrait trois tableaux de notre base de données en fonction des trois situations illustrant cette reproduction. On code 1 pour un usage et 0 sinon (Annexe12).

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4	1	0	0	0	0
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 1

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4					
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 2

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4					
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 3

Les réponses des élèves 1 à 10, hormis le numéro 4, sont identiques. L'élève 4 ne répond pas aux questions des situations 2 et 3. Ce cas de figure se reproduit plusieurs fois dans notre base. Lorsqu'on compare les P-valeurs renvoyées par le khi-deux, croisant les répartitions selon le niveau de l'élève, le niveau de classe ou encore le type d'établissement, les conclusions sont similaires pour les trois situations. On observe des différences lorsqu'il s'agit de devoirs surveillés ou de devoirs maison (situations 4 et 5 du questionnaire), lorsque la pression exercée par le contrat didactique est plus forte.

Par conséquent, les élèves n'adaptent pas leurs techniques d'étude aux conditions qui leur sont données. Un exercice donné une semaine à l'avance ou, plus compliqué, nécessitant une certaine adaptation de la part de l'élève et non soumis à une évaluation, est traité de la même façon qu'un exercice donné du jour au lendemain. En d'autres termes, les élèves ne modifient pas leurs techniques d'étude selon le niveau de difficulté de l'exercice. Tout se passe dans une même forme routinière. Les élèves travaillent par habitude pour réaliser leur travail quotidien. On peut expliquer ce phénomène par le fonctionnement d'une institution. C'est à travers le concept même d'institution et de ses rouages que nous trouvons une justification.

Mary Douglas, dans son ouvrage *Comment pensent les institutions*, montre comment un individu pense dans les limites de l'institution à laquelle il appartient. Elle identifie deux principes au fonctionnement des institutions. Le premier est appelé le *principe d'économie de l'énergie cognitive*. Les institutions véhiculent des routines cognitives : « c'est ainsi qu'on doit faire ! », penser autrement coûte et fait courir le risque d'une désaffectation institutionnelle. Les trois tableaux de la page précédente montrent qu'en situation d'étude personnelle, les élèves, sujets de l'institution scolaire et des institutions annexées, semblent se comporter selon ce principe. S'adapter à la difficulté des problèmes proposés et au temps donné pour l'enseignant pour les résoudre nécessiterait des efforts cognitifs conséquents qui enfreindraient ce principe. Etudier quotidiennement, et toujours de la même manière, ne garantit pas nécessairement d'être plus efficace, mais permet simplement d'être opératoire et fonctionnel ; cela garantit la stabilité dans la pratique. Les tableaux de réponses des élèves rendent compte d'une utilisation des cahiers de leçons, des cahiers d'exercices, des cahiers des années passées, du manuel, ancrée dans des habitudes, et donc dans une simplicité d'usage pour celui qui étudie. Un deuxième principe mis en évidence par Douglas est celui *de cohérence institutionnelle.* Dans une institution, chacun occupe une place définie qui correspond à des fonctions, autrement dit des types de tâches et des techniques réglées, le bloc pratico-technique, telles qu'attendues. Chaque sujet est appelé à penser et agir comme l'institution attend que ce le soit, au risque, ne s'y astreignant pas, de briser cette « cohérence institutionnelle. »

Dans la suite de l'étude, et uniquement à propos de la situation 1, puisque celles-ci sont quasi-identiques dans les situations 2 et 3, nous recensons les œuvres utilisées par les élèves lors du travail quotidien. Les variables qui sont interrogées sont les suivantes :

- l'usage du cahier de leçon

- l'usage du cahier d'exercices
- l'usage d'un manuel
- l'usage d'Internet (sites, forums, manuel en ligne)
- l'usage du cahier de l'année dernière
- les aides à l'étude : famille, professeur, surveillants, camarades, documentaliste et personne employée pour l'aide aux devoirs.

Les réponses au questionnaire sont traitées en lien avec les différentes variables prises en compte dans notre travail : niveau de l'élève, niveau de classe, type d'établissement. On recherche s'il existe une association entre ces différents paramètres. L'analyse qui suit s'intéresse à l'item suivant concernant le travail quotidien. Plusieurs réponses peuvent être cochées.

Item 7 : Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- **grâce à ton cahier de leçon**
- **grâce à ton cahier d'exercices**
- **grâce à ton cahier de l'année dernière**
- **grâce à un livre de mathématiques**
- **grâce à l'ordinateur (sites Internet , forums, manuels en ligne..)**
- **grâce à une personne de ton entourage. Si oui, qui ?**

Pour connaître la nature des aides à l'étude, une liste est proposée à l'élève qu'il peut compléter s'il le souhaite :

- **Parents, famille /Camarade/Professeur/Surveillants/Documentaliste/**
- **Personne employée pour l'aide aux devoirs**

Dans chacun des cas pour lesquels la réponse est de nature dichotomique, la réponse « non » est codée 0 et la réponse « oui » est codée 1.

3.6.2 Les aides à l'étude

3.6.2.1 Les résultats

On commence l'analyse par la question portant sur l'intervention de personnes extérieures ou non à l'établissement accompagnant les élèves dans leur travail quotidien. Cette situation correspond à la dernière sous-question de l'item 7.

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- **grâce à une personne de ton entourage. Si oui, qui ?**

Dans le questionnaire, il est demandé aux élèves de préciser si quelqu'un les aide à trouver des pistes ou à vérifier si leur solution est juste. On collecte leurs réponses dans des tableaux. Nous prenons garde à ce que ces derniers ne sont pas disjoints. Les mêmes

élèves peuvent déclarer solliciter de l'aide auprès de leur famille mais aussi auprès de leurs camarades. Ainsi le total de la ligne n'est pas égal au total de la catégorie considérée. Pour cette raison, nous n'appliquerons aucun test de khi-deux sur ces tableaux.

Une première observation consiste à constater que certaines personnes interviennent de manière très marginale en tant qu'aide à l'étude. Il s'agit :

- des employés pour effectuer de l'aide aux devoirs, du type association ou du type accompagnement organisé par l'établissement (16 réponses soit 2 % du panel)
- des documentalistes (4 réponses soit 0,5 % du panel)
- des surveillants (23 réponses soit 3 % du panel)

Pour les autres aides à l'étude on obtient les résultats suivants :

	Famille	**Camarade**	**Professeur**
Nombre d'élèves	584	349	28
Pourcentage par rapport à la population totale	75 %	45 %	3,5 %

On constate que le professeur ne fait pas partie des aides à l'étude des élèves, il ne représente que 4% des aides du panel. Parmi ceux qui le sollicitent, 17 élèves soit 2 %, sont de bons voire de très bons élèves. La rencontre avec le professeur dans l'accompagnement du travail scolaire n'a donc lieu que pour très peu d'élèves. L'étude personnelle appartient au domaine privé de l'élève, dont le professeur ne fait pas partie. On comprend alors que les professeurs ne répondent pas, ou très peu, lorsqu'on les interroge sur le travail personnel de leurs élèves, comme nous l'avons fait au tout début de cette thèse : c'est une pratique qu'ils n'accomplissent pas en tant qu'enseignant, même s'ils s'y adonnent sans doute, de manière privée, avec leurs propres enfants. La majorité des aides est apportée par le milieu familial (75 %) puis par les camarades de classe (45 %). On perçoit ici le poids que représentent les parents, frères, sœurs dans l'aide à la scolarité.

Notre attention s'est ensuite focalisée sur ces deux catégories qui apparaissent majoritairement : le milieu familial et les pairs. Pour cela, on introduit deux nouvelles variables dans notre base de données statistiques : lorsque l'élève coche dans l'item 7 le mot « camarade » on comptabilise 1, et 0 sinon. On fait de même pour la variable qui comptabilise l'aide amenée par la famille. Nous cherchons à mettre en évidence une éventuelle association entre ces variables et les paramètres « niveau de l'élève », « niveau de classe » et « type d'établissement » ? Les bons élèves sont-ils plus accompagnés par leurs familles que les faibles ? Le niveau de classe a-t-il une influence sur l'aide des familles et des camarades ? Enfin, les élèves étudiant en zone éducation prioritaire sont-ils moins aidés par leurs familles ? En d'autres termes, peut-on parler de « démissions des

familles », comme on l'entend parfois dans certains discours, dans les zones REP ? Grâce à la redéfinition de ces nouvelles variables, nous pouvons appliquer un test du khi-deux.

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- grâce à une personne de ton entourage. Si oui, qui ?

H_0 : Être aidé par sa famille (les camarades) et le niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : Être aidé par sa famille (les camarades) et le niveau de l'élève sont liés.

Famille

Table de niveau par aide_famille			
niveau(niveau)	aide_famille(aide_famille)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	48	133	181
	45.656	135.34	
	6.15	17.03	23.18
	26.52	73.48	
	24.37	22.77	
F	48	124	172
	43.385	128.61	
	6.15	15.88	22.02
	27.91	72.09	
	24.37	21.23	
M	55	186	241
	60.79	180.21	
	7.04	23.82	30.86
	22.82	77.18	
	27.92	31.85	
TB	46	141	187
	47.169	139.83	
	5.89	18.05	23.94
	24.60	75.40	
	23.35	24.14	
Total	197	584	781
	25.22	74.78	100.00
Fréquence manquante = 5			

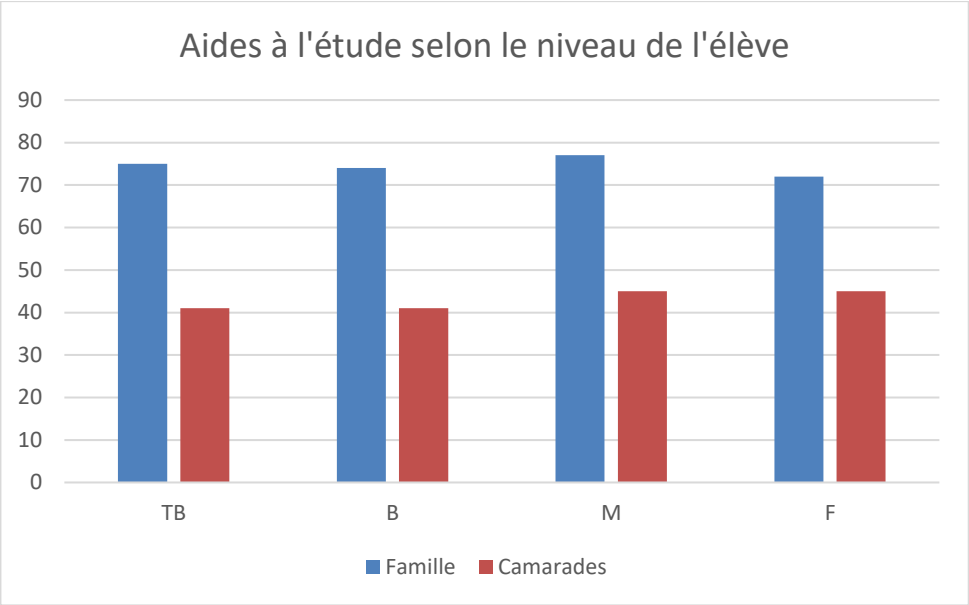
La distribution varie peu d'un niveau à un autre, autour des 72 %. Ce sont les élèves moyens qui présentent un taux le plus fort.

Camarades

Table de niveau par aide_camarade			
niveau(niveau)	aide_camarade(aide_camarade)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	106	75	181
	100.12	80.882	
	13.57	9.60	23.18
	58.56	41.44	
	24.54	21.49	
F	94	78	172
	95.14	76.86	
	12.04	9.99	22.02
	54.65	45.35	
	21.76	22.35	
M	122	119	241
	133.31	107.69	
	15.62	15.24	30.86
	50.62	49.38	
	28.24	34.10	
TB	110	77	187
	103.44	83.563	
	14.08	9.86	23.94
	58.82	41.18	
	25.46	22.06	
Total	432	349	781
	55.31	44.69	100.00
Fréquence manquante = 5			

La répartition est quasiment identique selon les différents niveaux de l'élève, autour des 44 %, avec un taux un peu plus fort chez les moyens. Les faibles représentent le deuxième taux le plus fort.

Les p-valeurs renvoient 0,66 et 0,27 respectivement pour l'aide des familles puis celle des camarades. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que l'aide de la famille ou des camarades soient liés au niveau de l'élève. Ainsi les bons élèves en mathématiques ne sont pas plus aidés par leurs familles ou leurs camarades que les autres. On remarque que ce sont les élèves moyens qui obtiennent le taux le plus élevé.



Ce graphique montre que le niveau de l'élève en mathématiques a peu d'influence sur l'aide des familles ; le taux le plus fort est obtenu pour les élèves moyens et le taux d'aide est plus fort chez les élèves moyens et faibles.
On poursuit l'enquête en mettant le focus sur le niveau de classe (sixième à la troisième).

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- grâce à une personne de ton entourage. Si oui, qui ?

H_0 : Etre aidé par sa famille (les camarades) et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Etre aidé par sa famille (les camarades) et le niveau de classe sont liés.

Famille

Table de classe par aide_famille			
classe(classe)	aide_famille(aide_famille)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	51 48.618 6.49 26.42 25.76	142 144.38 18.07 73.58 24.15	193 24.55
4eme	58 57.183 7.38 25.55 29.29	169 169.82 21.50 74.45 28.74	227 28.88
5eme	49 43.832 6.23 28.16 24.75	125 130.17 15.90 71.84 21.26	174 22.14
6eme	40 48.366 5.09 20.83 20.20	152 143.63 19.34 79.17 25.85	192 24.43
Total	198 25.19	588 74.81	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	2.9206	0.4040
Test du rapport de vraisemblance	3	2.9814	0.3945
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.0677	0.3015
Coefficient Phi		0.0610	
Coefficient de contingence		0.0608	
V de Cramer		0.0610	

On constate une répartition quasiment identique autour des 75 % avec une aide plus prononcée des familles en sixième (79 %).

Camarades

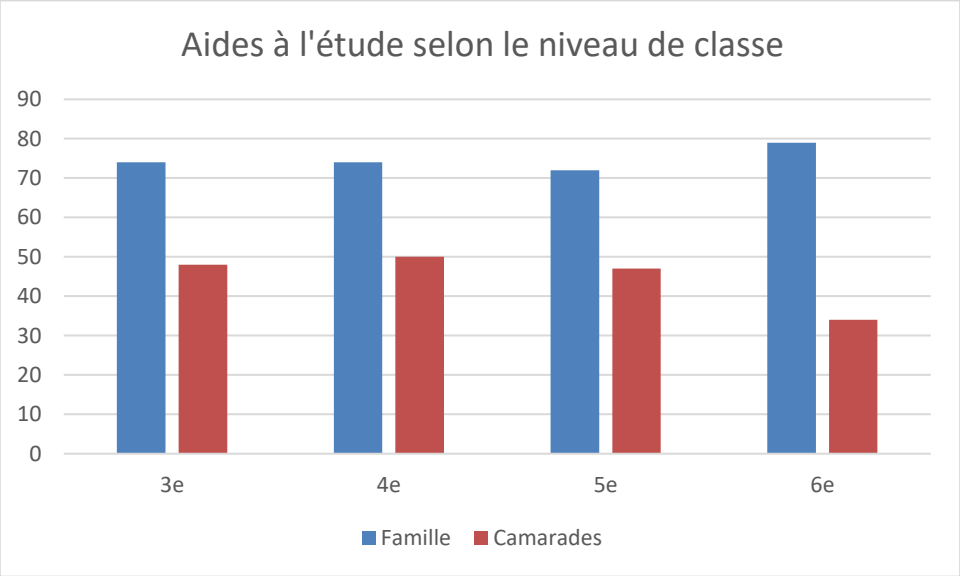
Table de classe par aide_camarade			
classe(classe)	aide_camarade(aide_camarade)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	100 106.32 12.72 51.81 23.09	93 86.678 11.83 48.19 26.35	193 24.55
4eme	113 125.05 14.38 49.78 26.10	114 101.95 14.50 50.22 32.29	227 28.88
5eme	93 95.855 11.83 53.45 21.48	81 78.145 10.31 46.55 22.95	174 22.14
6eme	127 105.77 16.16 66.15 29.33	65 86.229 8.27 33.85 18.41	192 24.43
Total	433 55.09	353 44.91	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	13.0999	0.0044
Test du rapport de vraisemblance	3	13.3141	0.0040
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	8.8181	0.0030
Coefficient Phi		0.1291	
Coefficient de contingence		0.1280	
V de Cramer		0.1291	

On constate une disparité dans la répartition. Les élèves s'entraident davantage dans les niveaux quatrième et troisième. L'attendu théorique est plus élevé en sixième que l'effectif réel observé. La p-value est égale à 0,0044 soit bien inférieure à 0,05. On rejette donc H_0 au seuil des 5 %. Le niveau de classe et l'aide des camarades sont liés.

Notons aussi que parmi le peu d'élèves qui sollicitent le professeur, on trouve majoritairement des élèves de sixième. A l'école primaire, le nombre d'enseignants est limité, voire réduit à un seul professeur, ce qui renforce les liens tissés entre professeur et élèves. Ce résultat n'est donc pas étonnant dans la mesure où la classe de sixième est une année de transition entre l'école primaire et le collège ; les élèves de sixième importent au collège cette habitude acquise en primaire. Ainsi peut-on interpréter ce taux élevé comme le prolongement d'un assujettissement à des pratiques en vigueur à l'école. Au fur et à mesure que les élèves parcourent les différents niveaux de classe du collège, ce pourcentage s'étiole.

Pour conclure, le taux d'aide familiale le plus élevé se situe au niveau de la classe de sixième avec 79 %. La coopération entre camarades concerne 23 % des sixièmes, 11 % des cinquièmes, 38 % des quatrièmes et 26 % des troisièmes. Dans notre panel, la collaboration entre pairs est donc plus importante en quatrième.



On regroupe désormais les réponses en fonction de l'établissement fréquenté.

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- grâce à une personne de ton entourage. Si oui, qui ?

H_0 : Être aidé par sa famille (les camarades) et le type d'établissement sont indépendants.
H_1 : Être aidé par sa famille (les camarades) et le type d'établissement sont liés.

Famille

Table de localisation par aide_famille			
localisation(localisation)	aide_famille(aide_famille)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	38 33 4.83 29.01 19.19	93 98 11.83 70.99 15.82	131 16.67
rural	55 76.832 7.00 18.03 27.78	250 228.17 31.81 81.97 42.52	305 38.80
ville	105 88.168 13.36 30.00 53.03	245 261.83 31.17 70.00 41.67	350 44.53
Total	198 25.19	588 74.81	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	13.6008	0.0011
Test du rapport de vraisemblance	2	14.0317	0.0009
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.7666	0.1838
Coefficient Phi		0.1315	
Coefficient de contingence		0.1304	
V de Cramer		0.1315	

Camarades

Table de localisation par aide_camarade			
localisation(localisation)	aide_camarade(aide_camarade)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	86 72.167 10.94 65.65 19.86	45 58.833 5.73 34.35 12.75	131 16.67
rural	129 168.02 16.41 42.30 29.79	176 136.98 22.39 57.70 49.86	305 38.80
ville	218 192.81 27.74 62.29 50.35	132 157.19 16.79 37.71 37.39	350 44.53
Total	433 55.09	353 44.91	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	33.4097	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	2	33.5145	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.2393	0.2656
Coefficient Phi		0.2062	
Coefficient de contingence		0.2019	
V de Cramer		0.2062	

Le pourcentage le plus élevé de l'aide des familles concerne les zones rurales avec 82 % environ, puis les élèves de REP (71 %) et enfin, les élèves de centre-ville (70 %).

D'ores et déjà, on peut observer que la soi-disant « démission des familles des zones REP » n'est pas une réalité issue de notre échantillon : tout au contraire. L'aide apportée est quantifiée de manière binaire, elle n'est pas analysée en termes d'efficacité ; nous tenterons d'obtenir quelques précisions sur ce point lors de l'étude clinique, par entretien,

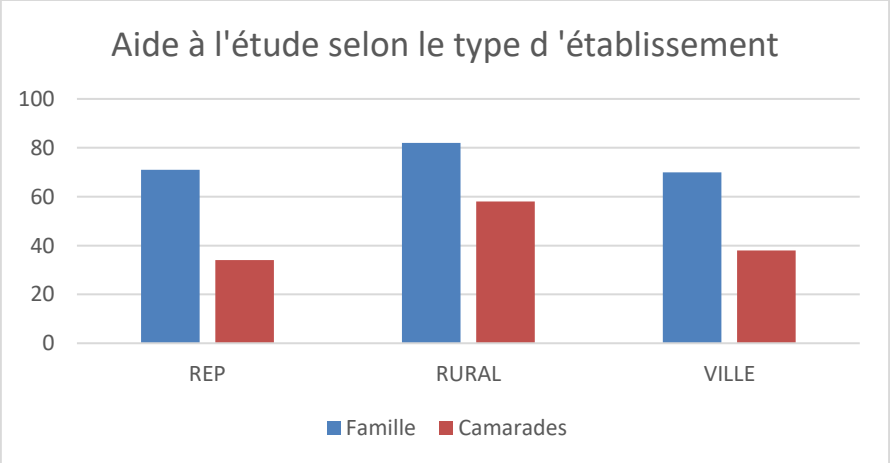
qui suivra dans le corps même de cette thèse. Notons qu'en ce qui concerne la localisation « rural », notre panel est constitué par un nombre important d'élèves beaucoup de sixième, ce qui peut expliquer un taux plus fort en milieu rural.

L'entraide entre camarades intervient à raison de 34 % en REP, 38 % en ville et 58 % en zone rurale. Les élèves de zone éducation prioritaire sont ceux qui collaborent le moins entre eux dans leur travail quotidien. La p-value est inférieure à 0,001. On rejette donc H_0. Le niveau de classe et l'aide apportée par les camarades sont reliés. Cette entraide entre camarades est très peu présente dans les zones REP.

Cette remarque nous incite à enquêter de manière plus fine sur l'aide provenant de personnes autres que la famille, les élèves et le professeur. Est-ce que les élèves s'entraident moins en REP parce qu'ils sont déjà aidés par des instances extérieures, par exemple, des associations, par les surveillants, par les documentalistes ?

	Nombre d'élèves aidés par les surveillants, le documentaliste	**Répartition en pourcentage**
rural	22	51 %
ville	16	37 %
REP	5	12 %
total	43	100 %

Parmi les élèves aidés par des personnes autres que parents, camarades ou professeurs, 51 % vivent en milieu rural, 37 % viennent de collèges urbains et seulement 12 % sont des élèves issus de REP.
Les réponses aux questionnaires nous montrent qu'en proportion, ce sont les élèves de zone rurale, et de ville qui déclarent être aidés par les surveillants, ou un intervenant de l'aide aux devoirs, ou le documentaliste de l'établissement. Par conséquent, cet accompagnement profite surtout aux zones rurales et urbaines. Le déficit d'entraide en REP dans le travail personnel n'est pas dû à un accompagnement plus fort d'adultes du système éducatif ou d'intervenant d'aide aux devoirs.



3.6.2.2 Bilan sur les aides à l'étude

La majorité des aides à l'étude des collégiens est apportée par le milieu familial puis par les pairs. Le professeur est quant à lui une aide marginale au même titre que les surveillants, le documentaliste ou encore les intervenants de l'aide aux devoirs. Ce sont les élèves moyens qui bénéficient le plus de l'aide de leurs parents et de leurs camarades. L'accompagnement familial est plus important au niveau des classes de sixièmes et s'étiole en augmentant dans les niveaux scolaires. Inversement, la collaboration dans l'étude entre pairs est croissante avec les niveaux de classe. Pour ce qui est du type d 'établissement, on remarque un lien de dépendance entre le niveau de la classe et l'aide des camarades. Les élèves des zones rurales s'entraident plus par rapport aux élèves de REP où le taux est plus faible. Il existe une relation entre type d'établissement et l'aide des camarades. On peut résumer les résultats des deux aides prépondérantes (familles et camarades) par un tableau montrant les liens de dépendance.

Lien de dépendance ?	**Niveau de l'élève TB/B/M/F**	**Classe fréquentée $6^e/5^e/4^e/3^e$**	**Type d'établissement REP/Rural/Urbain**
Aide des familles	x	x	Oui p-valeur =0,0011
Aide des camarades	x	Oui p-valeur =0,0044	Oui p-valeur <0,0001

Après avoir étudié les aides à l'étude, c'est-à-dire la dernière question de l'item 7, on réalise un premier croisement de chaque sous-question du même item avec les trois variables : niveau de l'élève, niveau de classe, type d'établissement. Il s'agit d'interroger les techniques d'étude lors du travail quotidien. On commence pour cela par une analyse en fonction du niveau de l'élève.

3.6.3 Le travail quotidien en fonction du niveau de l'élève

3.6.3.1 Les résultats

On commence cette partie de l'étude par l'usage du cahier de leçon.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier de leçon / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa1_lecon			
niveau	situa1_lecon(situa1_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	23 25.154 2.95 12.78 21.10	157 154.85 20.13 87.22 23.40	180 23.08
F	30 24.036 3.85 17.44 27.52	142 147.96 18.21 82.56 21.16	172 22.05
M	28 33.678 3.59 11.62 25.69	213 207.32 27.31 88.38 31.74	241 30.90
TB	28 26.132 3.59 14.97 25.69	159 160.87 20.38 85.03 23.70	187 23.97
Total	109 13.97	671 86.03	780 100.00
Fréquence manquante = 6			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	3.2028	0.3614
Test du rapport de vraisemblance	3	3.1567	0.3681
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0004	0.9840
Coefficient Phi		0.0641	
Coefficient de contingence		0.0639	
V de Cramer		0.0641	

Interprétation des résultats statistiques

86 % des élèves utilisent leur cahier de leçon pour trouver une piste lorsqu'ils sont bloqués dans leur travail quotidien ou pour vérifier leur travail. On trouve des pourcentages élevés quel que soit le niveau des élèves, avec un maximum pour les moyens et les bons :

85 % pour les très bons
87 % pour les bons
88 % pour les moyens
83 % chez les faibles.

Le cahier de leçon constitue une référence quel que soit le niveau de l'élève. La p-value est de 0,36. Elle est donc supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que le niveau de l'élève et l'utilisation du cahier de leçon par l'élève pour se débloquer dans les exercices quotidiens sont liés. On peut supposer que le cahier de leçon constitue un élément de référence, un écrit institutionnel sur lequel ils s'appuient lorsqu'ils ne trouvent pas des réponses à un exercice. On reconnaît ici le caractère « universel » du cahier de leçon.

Le cahier de cours est un écrit de référence qui indique ce que les élèves doivent retenir mais aussi, ce qu'ils doivent oublier. Relié aux moments d'institutionnalisation, les écrits du cahier de leçon ont un statut bien particulier :

> Le moment de l'institutionnalisation, c'est donc d'abord celui où, dans la construction « brute » qui, peu à peu, a émergé de l'étude, vont être séparés, par un mouvement qui engage l'avenir, le « mathématiquement nécessaire », qui sera conservé, et le mathématiquement contingent, qui, bientôt, sera oublié. (Chevallard, 1998, p. 22)

Les propriétés écrites dans le cahier de leçon peuvent être utilisés sans avoir à les redémontrer. Elles constituent le recueil des types de tâches, techniques et technologies nouvellement apprises. La partie « cours » consigne les enjeux de l'apprentissage, et permet, par conséquent, aux élèves de retrouver un résultat rapidement.

> L'institutionnalisation est le passage « ... d'une connaissance de son rôle de moyen de résolution d'une situation d'action, de formulation ou de preuve, à un nouveau rôle, celui de référence pour des utilisations futures, personnelles ou collectives. » (Brousseau, 2010, p. 4)

Dans le questionnaire, on demande aux élèves de préciser ce qu'ils vont rechercher dans le cahier de leçons. Est-ce que ce sont plutôt des propriétés, théorèmes, définitions ou plutôt un exemple corrigé ? Autrement dit, on cherche à savoir si, à travers le cahier de leçons, ils accèdent plutôt au bloc technologico-théorique ou plutôt au bloc pratico-technique, sachant que l'un n'empêche pas l'autre.

Niveau	**Bloc technologico-théorique**	**Bloc pratico-technique**
Très bon	96.63 %	85.47 %
Bon	96.3 %	84.87 %
Moyen	91.63 %	87.21 %
Faible	93.88 %	86.3 %

Pour les deux axes observés les proportions sont fortes, frôlant 100 % pour le bloc technologico-théorique. La p-value est égale à 0,10 et 0,92 respectivement pour le bloc théorique et le bloc pratique. Ainsi les tests d'indépendance ne sont pas significatifs au seuil de 5 %.

On remarque cependant une tendance. Les bons et très bons élèves en mathématiques vont plus que les autres rechercher des propriétés et théorèmes dans la partie « leçon ». Ces pourcentages sont inversés au niveau des moyens et faibles. Ce sont les faibles et les moyens qui vont le plus extraire des éléments du bloc pratico-technique dans la leçon

pour surmonter un blocage dans la recherche d'un exercice. Ainsi peut-on appréhender deux tendances différentes qui correspondent à deux comportements. Lorsque les élèves cherchent une piste pour surmonter une difficulté, les bons élèves en mathématiques recherchent dans le cahier de leçon un élément technologique, ce qui leur permet d'accéder aux justifications et aux raisons d'être des organisations mathématiques étudiées. A l'opposé les élèves faibles et moyens recherchent un exemple corrigé, qui ressemble à ce qui leur est demandé. Les faibles et les moyens sont plus enclins à « recopier » des mathématiques. Poursuivons par l'usage du cahier d'exercices.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- **grâce à ton cahier d'exercices / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui**

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa1_exercice			
niveau	**situa1_exercice(situa1_exercice)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
B	75	106	181
	71.38	109.62	
	9.60	13.57	23.18
	41.44	58.56	
	24.35	22.41	
F	79	93	172
	67.831	104.17	
	10.12	11.91	22.02
	45.93	54.07	
	25.65	19.66	
M	84	157	241
	95.042	145.96	
	10.76	20.10	30.86
	34.85	65.15	
	27.27	33.19	
TB	70	117	187
	73.746	113.25	
	8.96	14.98	23.94
	37.43	62.57	
	22.73	24.74	
Total	308	473	781
	39.44	60.56	100.00
Fréquence manquante = 5			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.7723	0.1232
Test du rapport de vraisemblance	3	5.7569	0.1241
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.2097	0.1371
Coefficient Phi		0.0860	
Coefficient de contingence		0.0857	
V de Cramer		0.0860	

Interprétation des résultats statistiques

60 % des élèves utilisent leur cahier d'exercices lors des recherches. On obtient 62 % pour les très bons, 58 % pour les bons, 65 % pour les moyens, et 54 % pour les faibles. Nous pouvons observer une disparité entre les effectifs réels chez les moyens et les attendus théoriques plus bas. Inversement chez les faibles, les effectifs réels sont plus bas que les effectifs théoriques. On peut relier cet aspect à ce que nous avions décelé dans les questions libres. Les élèves faibles utilisent des mots génériques pour décrire les gestes de l'étude, alors que les bons utilisent des mots spécifiques aux mathématiques. Cependant les écarts ne sont pas significatifs puisque la p-value est de 0,12 donc supérieure à 0,05. On ne peut pas dire que l'usage du cahier d'exercices et le niveau de l'élève soient liés. Les pourcentages des élèves bons et très bons correspondent au pourcentage théorique. Ce sont chez les élèves faibles et moyens que nous trouvons des disparités. Les élèves moyens utilisent le plus leur cahier d'exercices et les élèves faibles l'utilisent le moins.

On peut conjecturer que les élèves faibles ne sont pas dans une perception des mathématiques où l'on pratique mais plutôt où l'on apprend, comme on le ferait pour une « poésie ». Les élèves faibles ont un rapport différent à l'étude des mathématiques. Le fait que l'on puisse inférer à partir des techniques trouvées dans les exercices ne fait pas

partie de leur univers cognitif personnel. On poursuit par l'usage d'un manuel, de la classe ou autre.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à un manuel de mathématiques/ Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa1_manuel			
niveau	**situa1_manuel(situa1_manuel)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
B	140 139.52 17.93 77.35 23.26	41 41.484 5.25 22.65 22.91	181 23.18
F	127 132.58 16.26 73.84 21.10	45 39.421 5.76 26.16 25.14	172 22.02
M	182 185.76 23.30 75.52 30.23	59 55.236 7.55 24.48 32.96	241 30.86
TB	153 144.14 19.59 81.82 25.42	34 42.859 4.35 18.18 18.99	187 23.94
Total	602 77.08	179 22.92	781 100.00
Fréquence manquante = 5			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	3.7401	0.2909
Test du rapport de vraisemblance	3	3.8338	0.2800
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.1043	0.2933
Coefficient Phi		0.0692	
Coefficient de contingence		0.0690	
V de Cramer		0.0692	

Interprétation des résultats statistiques

23 % des élèves utilisent le manuel pour trouver des pistes dans le travail donné à la maison, soit environ un élève sur 4. Cette pratique est peu répandue.

18 % des très bons, 23 % des bons, 24 % des moyens et 26 % des faibles. Il est intéressant de voir que ce sont les faibles qui s'en emparent le plus et les forts qui s'en détachent le plus. On ne peut affirmer qu'il y ait un lien entre cette utilisation et le niveau de l'élève, prouvée par une P-value égale à 0,29. Les faibles et les moyens utilisent le plus ce type de ressource. Les très bons élèves se situent en-dessous de la fréquence attendue. Il est possible que les faibles essaient de trouver des solutions ailleurs que dans les écrits issus du système didactique principal car ils peuvent leur rappeler leur échec.

De façon similaire au cahier de leçons, le manuel contient des exercices corrigés qui s'apparentent au bloc [types de tâches, techniques] mais aussi des éléments

technologiques. Lorsque les élèves utilisent leur manuel, que vont-ils chercher, plutôt des exercices corrigés ou plutôt des propriétés ?

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique et le niveau de l'élève en mathématiques sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique et le niveau de l'élève en mathématiques sont liés

Bloc technologique

Table de niveau par solu_techno_livre			
niveau	solu_techno_livre(solu_techno_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
B	116	46	162
	101.42	60.58	
	16.25	6.44	22.69
	71.60	28.40	
	25.95	17.23	
F	97	50	147
	92.029	54.971	
	13.59	7.00	20.59
	65.99	34.01	
	21.70	18.73	
M	132	95	227
	142.11	84.887	
	18.49	13.31	31.79
	58.15	41.85	
	29.53	35.58	
TB	102	76	178
	111.44	66.563	
	14.29	10.64	24.93
	57.30	42.70	
	22.82	28.46	
Total	447	267	714
	62.61	37.39	100.00
Fréquence manquante = 72			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	10.3846	0.0156
Test du rapport de vraisemblance	3	10.5585	0.0144
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	9.4942	0.0021
Coefficient Phi		0.1206	
Coefficient de contingence		0.1197	
V de Cramer		0.1206	

L'attendu théorique chez les très bons et les moyens est en-dessous des effectifs réels pour le code 1. En d'autres termes, ce sont les moyens et les très bons qui vont surtout rechercher des propriétés dans le manuel. La p-value est de 0,0156 donc inférieure à 0,05. On rejette H_0.

Bloc pratique

Table de niveau par solu_pratique_livre			
niveau	solu_pratique_livre(solu_pratique_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
B	109	43	152
	103.69	48.313	
	15.82	6.24	22.06
	71.71	28.29	
	23.19	19.63	
F	101	45	146
	99.594	46.406	
	14.66	6.53	21.19
	69.18	30.82	
	21.49	20.55	
M	145	74	219
	149.39	69.61	
	21.04	10.74	31.79
	66.21	33.79	
	30.85	33.79	
TB	115	57	172
	117.33	54.671	
	16.69	8.27	24.96
	66.86	33.14	
	24.47	26.03	
Total	470	219	689
	68.21	31.79	100.00
Fréquence manquante = 97			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	1.4706	0.6891
Test du rapport de vraisemblance	3	1.4837	0.6860
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.1674	0.2799
Coefficient Phi		0.0462	
Coefficient de contingence		0.0462	
V de Cramer		0.0462	

32 % des élèves vont chercher des éléments pratiques dans le livre.
La p-value est de 0,68 donc supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que le niveau de l'élève et le fait d'aller chercher des techniques dans le manuel soient liés.

Le niveau de l'élève et le fait d'aller rechercher des ingrédients théoriques sont liés. Les moyens et les très bons vont plus que les autres chercher des éléments théoriques. On poursuit par l'usage de l'Internet. 97 % des élèves de notre panel ont un accès à l'Internet pour leur travail personnel. L'utilisent-ils ? Cet usage diffère-t-il selon le niveau de l'élève ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à Internet/ Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

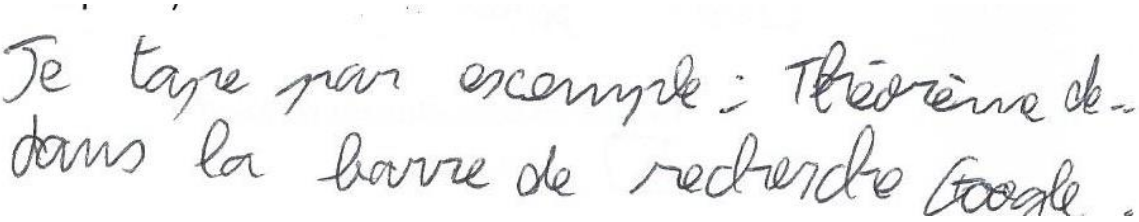
Table de niveau par situa1_orid			
niveau(niveau)	situa1_orid(situa1_orid)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	90	90	180
	86.881	93.119	
	11.55	11.55	23.11
	50.00	50.00	
	23.94	22.33	
F	76	96	172
	83.019	88.981	
	9.76	12.32	22.08
	44.19	55.81	
	20.21	23.82	
M	109	131	240
	115.84	124.16	
	13.99	16.82	30.81
	45.42	54.58	
	28.99	32.51	
TB	101	86	187
	90.259	96.741	
	12.97	11.04	24.01
	54.01	45.99	
	26.86	21.34	
Total	376	403	779
	48.27	51.73	100.00
Fréquence manquante = 7			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	4.6152	0.2022
Test du rapport de vraisemblance	3	4.6189	0.2019
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.5732	0.4490
Coefficient Phi		0.0770	
Coefficient de contingence		0.0767	
V de Cramer		0.0770	

Interprétation des résultats statistiques

52 % des élèves, soit la moitié des élèves font usage d'Internet pour chercher une solution lors de leur travail personnel. Voici la répartition de l'utilisation d'Internet lors de travaux quotidiens :
46 % des très bons, 50 % des bons, 54 % des moyens et 56 % des faibles. Là encore ce sont les élèves les plus forts qui en usent le moins. Le test du khi-deux donne une valeur de P égale à 0,2022 supérieure à 0,05. On ne peut pas dire que cette utilisation soit liée au niveau de l'élève. On ne rejette pas H_0. Il s'agit d'un phénomène général. Dans la situation 2 le même résultat est à signaler puisque la p-value a pour valeur 0,22 ainsi que dans la situation 3 avec une p-value atteignant 0,19. Que vont-ils chercher sur Internet ?

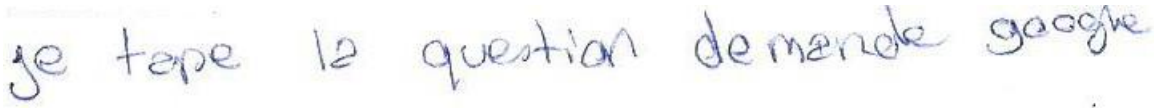
Lors de mon mémoire de master[31], j'avais déjà travaillé sur ce thème. Un questionnaire demandait à un échantillon d'élèves s'ils utilisaient l'Internet lors de leur travail personnel quotidien, et de donner un exemple sur la façon dont ils s'y prenaient. J'ai extrait quelques réponses à titre illustratif. Parmi les élèves qui ont répondu favorablement à l'utilisation de l'Internet on trouvait des commentaires du type :



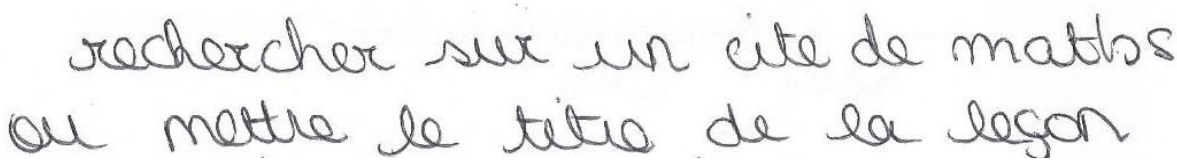
Ou



Ou



Ou encore



Les élèves travaillent beaucoup par mot-clef : ils écrivent dans la barre du moteur de recherche le titre de la leçon ou encore « le théorème de… » Ils se connectent aussi à des sites préférentiels sur lesquels ils ont l'habitude de se rendre. Il s'agit de sites d'exercices interactifs où l'ordinateur renvoie la correction. Ainsi l'élève peut s'exercer sans avoir recours à une aide à l'étude pour vérifier la véracité de ses réponses. Nous verrons dans la suite des exemples d'utilisation de manière plus précise. L'enseignement doit être, selon Coménius, organisé de manière linéaire, découpé en niveaux, niveaux eux-mêmes déclinés en programmes ; cette organisation persiste de nos jours. Chaque nouvelle notion repose ainsi sur des praxéologies anciennes à propos desquelles il convient, du point de vue de l'institution, que le rapport ait été au moins partiellement stabilisé, avant de pouvoir entreprendre de nouveaux apprentissages ; l'apprentissage de ce qui a été enseigné doit avoir été réalisé, ainsi fonctionne une fiction que les professeurs savent éloignée des réalités. Si tel n'est pas le cas, l'élève est susceptible de revenir par lui-même à l'étude des organisations mathématiques antérieurement enseignées, par exemple en recherchant ce qui a été étudié dans un de ses cahiers des années passées. Poursuivons l'enquête par l'étude de l'usage des cahiers des années antérieures. Voici l'item étudié.

[31] Le panel était plus restreint.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce au cahier de l'année dernière/ Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa_cahierpasse			
niveau	**situa_cahierpasse(situa_cahierpasse)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
B	154	27	181
	151.1	29.896	
	19.72	3.46	23.18
	85.08	14.92	
	23.62	20.93	
F	152	20	172
	143.59	28.41	
	19.46	2.56	22.02
	88.37	11.63	
	23.31	15.50	
M	207	34	241
	201.19	39.807	
	26.50	4.35	30.86
	85.89	14.11	
	31.75	26.36	
TB	139	48	187
	156.11	30.887	
	17.80	6.15	23.94
	74.33	25.67	
	21.32	37.21	
Total	652	129	781
	83.48	16.52	100.00
Fréquence manquante = 5			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	15.6895	0.0013
Test du rapport de vraisemblance	3	14.7106	0.0021
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	7.6468	0.0057
Coefficient Phi		0.1417	
Coefficient de contingence		0.1403	
V de Cramer		0.1417	

Interprétation des résultats statistiques

Le cahier de l'année antérieure est peu utilisé (17 %). On retrouve son utilisation pour 12 % chez les faibles, 14 % chez les élèves moyens et 15 % chez les bons. Cet usage s'élève à 26 % chez les très bons. Cette pratique est donc répandue chez les très bons. Il existe une relation de dépendance entre le niveau de l'élève et l'usage du cahier de l'année antérieure La P-value est de 0,0013. Elle est donc supérieure au seuil des 5 %. On rejette H_0. La mémoire de ce qui est fait les années antérieures est consignée par les très bons élèves. On peut penser qu'ils cherchent à faire des liens entre les praxéologies vues précédemment et celles étudiées pendant l'année en cours. Ils recherchent une continuité dans les apprentissages. On peut penser qu'hormis les très bons élèves, ils souhaitent passer à autre chose en repartant sur de nouvelles bases chaque année. Ils ont une vision des mathématiques centrée sur le professeur, contrairement aux très bons qui se centrent sur les savoirs mathématiques.

Dans la suite, nous nous posons la question du nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien des élèves en fonction de leur niveau en mathématiques. Précisons qu'on appelle dans ce cas « ressource » tout document écrit susceptible d'aider l'élève dans son

travail personnel comme le cahier de leçon, le cahier d'exercices, le manuel, le cahier de l'année dernière. On compte dans la situation 1 la quantité déclarée par les élèves. Le minimum est de zéro et le maximum de cinq (On cumule le cahier de leçon, le cahier d'exercices, le manuel, le cahier de l'année dernière, et Internet). Afin de pouvoir réaliser un test de khi-deux, nous devons regrouper deux catégories puisque les effectifs dans le cas contraire seraient inférieurs à 5. Nous regroupons les quantités 4 et 5 en une catégorie intitulée « 4 ou plus ». Voici la répartition obtenue.

H_0 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le niveau de l'élève en mathématiques sont indépendants.
H_1 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le niveau de l'élève en mathématiques sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par nombre_res						
niveau(niveau)	nombre_res(nombre_res)					
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	2	3	4 ou plus	Total
B	13	26	57	61	24	181
	9.9654	27.81	59.561	56.085	27.579	
	1.66	3.33	7.30	7.81	3.07	23.18
	7.18	14.36	31.49	33.70	13.26	
	30.23	21.67	22.18	25.21	20.17	
F	12	26	57	54	23	172
	9.4699	26.428	56.599	53.296	26.207	
	1.54	3.33	7.30	6.91	2.94	22.02
	6.98	15.12	33.14	31.40	13.37	
	27.91	21.67	22.18	22.31	19.33	
M	5	36	82	86	32	241
	13.269	37.029	79.305	74.676	36.721	
	0.64	4.61	10.50	11.01	4.10	30.86
	2.07	14.94	34.02	35.68	13.28	
	11.63	30.00	31.91	35.54	26.89	
TB	13	32	61	41	40	187
	10.296	28.732	61.535	57.944	28.493	
	1.66	4.10	7.81	5.25	5.12	23.94
	6.95	17.11	32.62	21.93	21.39	
	30.23	26.67	23.74	16.94	33.61	
Total	43	120	257	242	119	781
	5.51	15.36	32.91	30.99	15.24	100.00
Fréquence manquante = 5						

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	12	21.4204	0.0446
Test du rapport de vraisemblance	12	22.8646	0.0289
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.3952	0.5296
Coefficient Phi		0.1656	
Coefficient de contingence		0.1634	
V de Cramer		0.0956	

Interprétation des résultats statistiques

Le test du khi-deux nous renvoie une p-value de 0,04 ce qui signifie qu'il existe un lien entre le niveau de l'élève et la quantité de ressources utilisées pour travailler. Les très bons élèves utilisent surtout entre 2 et 3 ressources. Auparavant on a vu qu'il s'agissait du cahier de leçon, du cahier d'exercices et du cahier de l'année antérieure. Par rapport aux attendus théoriques, il y a plus d'élèves dans les catégories 0, 1 et moins dans les catégories 3 ou plus. Les très bons élèves se caractérisent par un nombre plutôt minimal de ressources. Les bons élèves utilisent majoritairement 2 ou 3 ressources. On a plus d'élèves dans la catégorie 3 par rapport aux attendus théoriques. Les élèves moyens utilisent surtout entre 2 et 3 ressources.

Il y a davantage d'élèves pour l'entrée « 3 ressources » que par rapport aux effectifs théoriques. Les élèves faibles se situent surtout au niveau de 2 ressources mais se

caractérisent par rapport aux attendus théoriques par un effectif réel supérieur en ce qui concerne un nombre de ressources inférieur à 3.

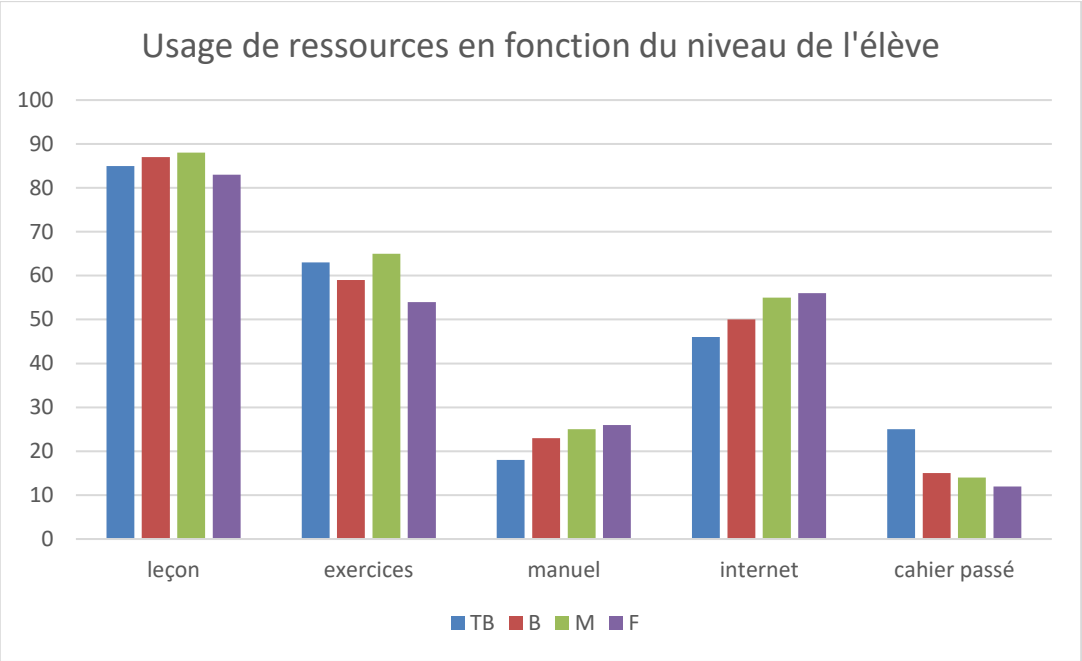
On peut conclure que les élèves utilisent globalement entre 2 et 3 ressources. Les très bons et les faibles se caractérisent par un nombre minimal de ressources alors que les bons et les moyens vont plutôt surconsommer des ressources. On peut conjecturer que les très bons ont déjà établi un rapport conforme au rapport institutionnel pendant les temps d'apprentissages en classe des organisations mathématiques étudiées. Ils vont chercher des propriétés et des théorèmes, c'est-à-dire des ingrédients du bloc technologico-théorique, dans le manuel. Leurs ressources sont plus faibles en quantité, mais sans doute davantage sélectionnées par ce qu'elles peuvent apporter. Les faibles, quant à eux, ont recours à moins de ressources. Ce sont les moyens et les bons qui consomment le plus de ressources. On voit apparaître ici un rapport quantité/qualité.

3.6.3.2 Bilan sur le travail quotidien en fonction du niveau de l'élève – Emergence d'une hypothèse

On peut résumer sous la forme d'un tableau les liens de dépendance trouvés précédemment.

Lien de dépendance ?	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Manuel	Internet	Cahier de l'année passée	Nombre de ressources
Niveau de l'élève	x	x	x	x	Oui Lien hautement significatif	Oui Lien Significatif

Pour effectuer leur travail quotidien et pour s'aider pour le réaliser, les élèves font usage majoritairement et à 86 %, de leur cahier de leçon. Le cahier d'exercices arrive en deuxième position à 61 %. Internet est utilisé par la moitié du panel lors des devoirs quotidiens. Enfin deux types de documents sont peu utilisés par les élèves. Le manuel est peu usité, à hauteur de 23 %, ainsi que le cahier de l'année passée, pour 16,5 % d'entre eux. Notons que ce sont les élèves faibles et les moyens qui utilisent le plus le livre. Nous synthétisons les résultats sous une forme graphique, puis dégageons des profils selon le niveau de l'élève.



Les très bons élèves utilisent le cahier de leçon comme référence et pour beaucoup d'entre eux le cahier d'exercices. Ils se caractérisent, contrairement aux autres, par la référence au cahier de l'année passée. Ils essaient d'entrevoir une continuité dans les apprentissages entre les praxéologies étudiées les années antérieures et celles de l'année en cours. Ils font usage de peu de ressources. Ils se démarquent par le fait d'aller rechercher dans le cahier de leçon et le manuel des éléments du bloc technologico-théorique. Ils s'appuient moins sur le bloc pratico-technique.

Les bons élèves utilisent deux ou trois ressources, en particulier le cahier de leçon et celui d'exercices. Ils vont rechercher de l'information sur l'Internet. Ils se situent en termes de ressources à mi-chemin entre les très bons et les moyens. De plus, les bons et les très bons vont rechercher des ingrédients technologiques dans le cahier de leçon afin de vérifier leurs résultats.

Les élèves moyens sont les élèves qui convoquent, en quantité, le plus d'œuvres pour travailler. Ils utilisent leur cahier de leçon, d'exercices et l'Internet. Par rapport aux bons élèves, ils travaillent de surcroît avec le manuel. Ils l'utilisent pour rechercher des techniques sous formes d'exemples corrigés. On peut se demander quelle fonction occupe de manière plus précise cette ressource.

Les élèves faibles utilisent la leçon mais avant tout le manuel et l'Internet. Ces ressources paraissent être celles qui sont les plus éloignées des documents produits en classe, donc celles qui sont les plus éloignées du contrat didactique installé en classe. Les élèves faibles ne semblent pas s'appuyer sur des éléments propres à la classe. Les élèves faibles se caractérisent par le fait d'aller rechercher dans le cahier de leçon et le manuel des exemples corrigés, c'est-à-dire plutôt des techniques.

On pose alors l'hypothèse de recherche suivante :

> H_1 : « Les très bons élèves travaillent dans une optique de continuité des apprentissages. Ils distinguent les types de tâches qui relèvent de l'ancien et ce qui relève de tâches nouvellement étudiées. Ils choisissent les œuvres intégrant le milieu d'étude de manière ciblée pour « coller au plus près » au contrat didactique. A l'inverse, les élèves faibles tendent à s'échapper du contrat didactique de la classe en allant rechercher ailleurs des documents. Il s'agirait en quelque sorte d'une attitude de fuite ou d'évitement. »

Nous recherchons par la suite à dégager des profils selon l'âge de l'élève. Pour cela, on croise les mêmes items avec la variable « niveau de classe. »

3.6.3 Le travail quotidien en fonction du niveau de classe

3.6.3.1 Les résultats

On cherche à trouver des relations entre le niveau de classe (de la sixième à la troisième) et l'utilisation de documents ou de l'Internet pour travailler. Lors des entretiens avec les professeurs dont les classes ont été sondées, ces derniers ont souligné le manque de méthodes de travail des élèves de sixième. De quelles méthodes parlent-t-ils exactement ? Si ce qu'ils ressentent est vrai, nous devrions observer dans les questionnaires des différences entre ce niveau et les autres, quantifiables à l'aide de la p-value. Cependant lorsque nous avons interrogé les professeurs, ils étaient eux-mêmes déconcertés par la question. Comment peuvent–ils exiger de leurs élèves des méthodes de travail, sans avoir d'éléments à leur fournir ? Cette remarque paraît donc être plutôt fondée sur des impressions que sur des faits.

On s'intéresse à l'item suivant dont on a codé les réponses.

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste

- **grâce à ton cahier de leçon**
- **grâce à ton cahier d'exercices**
- **grâce à ton cahier de l'année dernière**
- **grâce à un livre de mathématiques**
- **grâce à l'ordinateur (sites Internet, forums, manuels en ligne..)**

Nous reprenons le travail réalisé précédemment mais en croisant cette fois les réponses des élèves avec le niveau de classe : sixième, cinquième, quatrième, et troisième. On commence l'analyse par l'usage du cahier de leçons.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier de leçon / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa1_lecon			
classe	**situa1_lecon(situa1_lecon)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	36 27.29 4.59 18.65 32.43	157 165.71 20.00 81.35 23.29	193 24.59
4eme	29 32.098 3.69 12.78 26.13	198 194.9 25.22 87.22 29.38	227 28.92
5eme	19 24.604 2.42 10.92 17.12	155 149.4 19.75 89.08 23.00	174 22.17
6eme	27 27.008 3.44 14.14 24.32	164 163.99 20.89 85.86 24.33	191 24.33
Total	111 14.14	674 85.86	785 100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.0722	0.1666
Test du rapport de vraisemblance	3	4.9414	0.1761
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.7536	0.1854
Coefficient Phi		0.0804	
Coefficient de contingence		0.0801	
V de Cramer		0.0804	

Interprétation des résultats statistiques

On trouve des résultats élevés quel que soit le niveau de classe.

- 86 % en sixième l'utilisent
- 89 % en cinquième
- 87 % en quatrième
- 81 % en troisième

Le cahier de leçon est ici encore perçu comme une référence dans tous les niveaux de classe.

Par rapport aux attendus théoriques, on trouve davantage d'élèves l'utilisant réellement alors qu'il s'agit de l'inverse en quatrième.

Les écarts ne sont pas significatifs puisque la p-value est égale à 0,16 donc bien supérieure à 0,05. On retrouve ici l'universalité du cahier de leçon consignant les entités praxéologiques enjeux de l'étude.

Que vont rechercher les élèves en ouvrant leur cahier de leçons : des exemples, des propriétés ?

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique (pratique) et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique (pratique) et le niveau de classe sont liés

Bloc technologique

Table de classe par solu_techno_classe			
classe	solu_techno_classe		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
3eme	19	159	178
	9.9164	168.08	
	2.65	22.14	24.79
	10.67	89.33	
	47.50	23.45	
4eme	3	204	207
	11.532	195.47	
	0.42	28.41	28.83
	1.45	98.55	
	7.50	30.09	
5eme	8	159	167
	9.3036	157.7	
	1.11	22.14	23.26
	4.79	95.21	
	20.00	23.45	
6eme	10	156	166
	9.2479	156.75	
	1.39	21.73	23.12
	6.02	93.98	
	25.00	23.01	
Total	40	678	718
	5.57	94.43	100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	15.7546	0.0013
Test du rapport de vraisemblance	3	16.6600	0.0008
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.7307	0.1883
Coefficient Phi		0.1481	
Coefficient de contingence		0.1465	
V de Cramer		0.1481	

La p-value de 0,0013 bien inférieure à 0,05 nous permet de rejeter H_0. Le fait d'aller rechercher des éléments technologiques et le niveau de classe sont liés. Ce sont les élèves de quatrième qui se démarquent. L'effectif observé est supérieur à l'attendu théorique. Ce sont les élèves de 4e qui vont le plus chercher des propriétés et des théorèmes.

Bloc pratique

Table de classe par solu_pratique_classe			
classe	solu_pratique_classe		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
3eme	31	140	171
	23.688	147.31	
	4.47	20.20	24.68
	18.13	81.87	
	32.29	23.45	
4eme	30	172	202
	27.983	174.02	
	4.33	24.82	29.15
	14.85	85.15	
	31.25	28.81	
5eme	17	140	157
	21.749	135.25	
	2.45	20.20	22.66
	10.83	89.17	
	17.71	23.45	
6eme	18	145	163
	22.58	140.42	
	2.60	20.92	23.52
	11.04	88.96	
	18.75	24.29	
Total	96	597	693
	13.85	86.15	100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.0706	0.1667
Test du rapport de vraisemblance	3	5.0232	0.1701
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	4.4883	0.0341
Coefficient Phi		0.0855	
Coefficient de contingence		0.0852	
V de Cramer		0.0855	

La p-value qui est égale à 0,16 est supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que le fait d'aller chercher des éléments du bloc pratique dans le cahier de leçon et le niveau de classe sont liés.

Croisons le niveau de classe avec l'usage que les élèves ont du cahier d'exercices.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier d'exercices / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa1_exercice			
classe	**situa1_exercice(situa1_exercice)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	69 76.365 8.78 35.75 22.19	124 116.63 15.78 64.25 26.11	193 24.55
4eme	86 89.818 10.94 37.89 27.65	141 137.18 17.94 62.11 29.68	227 28.88
5eme	63 68.847 8.02 36.21 20.26	111 105.15 14.12 63.79 23.37	174 22.14
6eme	93 75.969 11.83 48.44 29.90	99 116.03 12.60 51.56 20.84	192 24.43
Total	311 39.57	475 60.43	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	8.5833	0.0354
Test du rapport de vraisemblance	3	8.4831	0.0370
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	5.4761	0.0193
Coefficient Phi		0.1045	
Coefficient de contingence		0.1039	
V de Cramer		0.1045	

Interprétation des résultats statistiques

Environ 60 % des élèves de cinquième, quatrième et troisièmes utilisent leur cahier d'exercices pour trouver une solution contre seulement 52 % en sixième. On peut expliquer ce taux moins élevé en sixième. Effectivement, les types de tâches enseignés en sixième ont déjà été rencontrés à l'école primaire. Ils sont donc routiniers. Dans les autres niveaux, ils sont face à des exercices majoritairement inédits. Ils peuvent ressentir le besoin d'aller voir dans le cahier d'exercices des corrections.

Le test du khi-deux calcule une p-value à 0,0354 ce qui nous indique que le « niveau de classe » et la variable « utilisation du cahier d'exercices » sont reliés, comme nous pouvons le constater sur les tables statistiques suivantes.

Plus l'élève avance dans les niveaux d'étude, plus il se tourne vers une dimension pratique des mathématiques.

Qu'en est-il de l'usage du manuel ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à un manuel de mathématiques / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa1_manuel			
classe	**situa1_manuel(situa1_manuel)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
3eme	137 148.56 17.43 70.98 22.64	56 44.444 7.12 29.02 30.94	193 24.55
4eme	182 174.73 23.16 80.18 30.08	45 52.274 5.73 19.82 24.86	227 28.88
5eme	139 133.93 17.68 79.89 22.98	35 40.069 4.45 20.11 19.34	174 22.14
6eme	147 147.79 18.70 76.56 24.30	45 44.214 5.73 23.44 24.86	192 24.43
Total	605 76.97	181 23.03	786 100.00

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	6.0697	0.1083
Test du rapport de vraisemblance	3	5.9357	0.1148
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.3222	0.2502
Coefficient Phi		0.0879	
Coefficient de contingence		0.0875	
V de Cramer		0.0879	

Interprétation des résultats statistiques

L'usage du manuel et de livres de mathématiques comme ressources pour étudier au quotidien est assez faible. Les taux d'utilisation sont les suivants : 29 % en troisième, 20 % en quatrième, 20 % en cinquième et 23 % en sixième.

On peut penser que le manuel de la classe fonctionne surtout comme recueil d'exercices plutôt que comme ressource pour se documenter.

Une étude qualitative pourra compléter la nature de l'usage de cette ressource.

Sans avoir de lien significatif, on observe cependant une tendance entre les troisièmes et l'usage du manuel (p-value à 0,1083). La démarcation se situe au niveau des élèves de troisième. On recense 56 élèves de troisième qui utilisent un manuel contre 44 élèves attendus de manière théorique. Dans ce cas encore, on peut songer que les enjeux de la classe de troisième ont une influence sur les techniques d'étude. Les élèves vont chercher à approfondir en raison du brevet mais aussi pour obtenir l'orientation souhaitée de fin d'année.

Quels sont les éléments recherchés lors de l'usage du manuel ?

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique (pratique) et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique (pratique) et le niveau de classe sont liés

Bloc technologique

Table de classe par solu_techno_livre			
classe(classe)	solu_techno_livre(solu_techno_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
3eme	85 111.31 11.84 47.75 18.93	93 66.688 12.95 52.25 34.57	178 24.79
4eme	158 129.45 22.01 76.33 35.19	49 77.553 6.82 23.67 18.22	207 28.83
5eme	95 104.43 13.23 56.89 21.16	72 62.567 10.03 43.11 26.77	167 23.26
6eme	111 103.81 15.46 66.87 24.72	55 62.192 7.66 33.13 20.45	166 23.12
Total	449 62.53	269 37.47	718 100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	37.0160	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	37.5901	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	4.8134	0.0282
Coefficient Phi		0.2271	
Coefficient de contingence		0.2214	
V de Cramer		0.2271	

Parmi les sixièmes, 33 % vont rechercher dans le livre des propriétés, alors que 43 % des cinquièmes le font, ainsi que 24 % des quatrièmes et 52 % des troisièmes. La répartition montre des écarts qui sont significatifs au seuil de 5 % puisque la p-value est inférieure à 0,001.

Bloc pratique

Table de classe par solu_pratique_livre			
classe(classe)	solu_pratique_livre(solu_pratique_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
3eme	106 116.47 15.30 61.99 22.46	65 54.532 9.38 38.01 29.41	171 24.68
4eme	163 137.58 23.52 80.69 34.53	39 64.418 5.63 19.31 17.65	202 29.15
5eme	97 106.93 14.00 61.78 20.55	60 50.068 8.66 38.22 27.15	157 22.66
6eme	106 111.02 15.30 65.03 22.46	57 51.981 8.23 34.97 25.79	163 23.52
Total	472 68.11	221 31.89	693 100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	21.2801	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	22.4907	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.4944	0.4820
Coefficient Phi		0.1752	
Coefficient de contingence		0.1726	
V de Cramer		0.1752	

35 % des sixièmes, 38 % des cinquièmes, 19 % des quatrièmes, et 38 % des troisièmes vont rechercher des éléments du bloc pratique dans le manuel. Les quatrièmes présentent un taux faible. La p-value est inférieure à 0,001. On rejette H_0. Le niveau de classe et le fait d'aller rechercher des exemples corrigés dans le livre sont liés.

Pour conclure, le manuel est fortement utilisé par les élèves de troisième dans sa dimension technologique mais aussi technique. Ce phénomène est certainement dû à l'épreuve du brevet en fin d'année. Les élèves recherchent des compléments d'étude. Quelle distribution obtient-on pour l'usage d'Internet quand on croise avec le niveau de classe ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à Internet / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa1_orid			
classe(classe)	situa1_orid(situa1_orid)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	66 93.3 8.42 34.20 17.41	127 99.7 16.20 65.80 31.36	193 24.62
4eme	113 109.25 14.41 50.00 29.82	113 116.75 14.41 50.00 27.90	226 28.83
5eme	93 84.115 11.86 53.45 24.54	81 89.885 10.33 46.55 20.00	174 22.19
6eme	107 92.333 13.65 56.02 28.23	84 98.667 10.71 43.98 20.74	191 24.36
Total	379 48.34	405 51.66	784 100.00
Fréquence manquante = 2			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	22.0390	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	22.3566	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	17.8290	<.0001
Coefficient Phi		0.1677	
Coefficient de contingence		0.1654	
V de Cramer		0.1677	

Interprétation des résultats statistiques

L'usage d'Internet est différent selon les niveaux. 66 % des élèves de troisième l'emploient dans leur travail quotidien contre 50 % en quatrième. Pour les niveaux sixième et cinquième cette proportion est moindre (47 % et 44 %). Le test du Khi-deux et le rapport de vraisemblance inférieurs à 0,0001 nous confirment cette forte dépendance. On rejette H_0. L'usage d'Internet est fortement répandu en classe de troisième.

Elle l'est beaucoup moins (effectifs inférieurs aux effectifs attendus) en classe de cinquième et sixième. On peut interpréter ce résultat vis-à-vis de l'autonomie des élèves au niveau familial. En grandissant les parents acceptent plus volontiers que leur enfant intègre de nouvelles technologies (site Internet réseaux sociaux, chats…) En sixième et en cinquième le contrôle parental exercé sur le web est certainement plus important.

Quelle est la répartition en fonction du niveau de classe de l'usage du cahier de l'année dernière ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce au cahier de l'année dernière / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa_cahierpasse			
classe	**situa_cahierpasse(situa_cahierpasse)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
3eme	148	45	193
	160.59	32.412	
	18.83	5.73	24.55
	76.68	23.32	
	22.63	34.09	
4eme	201	26	227
	188.88	38.122	
	25.57	3.31	28.88
	88.55	11.45	
	30.73	19.70	
5eme	148	26	174
	144.78	29.221	
	18.83	3.31	22.14
	85.06	14.94	
	22.63	19.70	
6eme	157	35	192
	159.76	32.244	
	19.97	4.45	24.43
	81.77	18.23	
	24.01	26.52	
Total	654	132	786
	83.21	16.79	100.00

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	11.2178	0.0106
Test du rapport de vraisemblance	3	11.1922	0.0107
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.7850	0.3756
Coefficient Phi		0.1195	
Coefficient de contingence		0.1186	
V de Cramer		0.1195	

Interprétation des résultats statistiques

23 % des élèves de troisième, 19 % en 11 % en quatrième, 15 % en cinquième et 18 % en sixième déclarent utiliser leur cahier de l'année dernière, ce qui correspond à une pratique peu fréquente. La p-value qui vaut 0,0106 confirmée par le test de rapport de vraisemblance à 0,009 et un V de Cramer à 0,0107 nous montre qu'il existe une forte association entre le niveau de classe et l'utilisation du cahier de l'année passée. On rejette H_0. Les élèves de cinquième et de quatrième l'utilisent le moins. Ce sont les élèves de 3e qui se démarquent par l'utilisation forte des cahiers des années passées. On peut sans doute interpréter ce taux par le passage du brevet et l'orientation déterminée par les notes qui constitue un enjeu de cette classe. En troisième l'effectif (45) est plus élevé que l'effectif théorique attendu (32,412).

Une réponse est à aller rechercher dans les savoirs enseignés en troisième. Le théorème de Pythagore, les calculs de fractions sont enseignés en classe de quatrième. Les enseignants les mobilisent en classe de troisième dans l'objectif du brevet mais ne vont pas nécessairement les faire noter dans la partie leçon.

On finit par étudier le nombre de ressources utilisées, le mot ressources étant pris au sens de ressource documentaire.

H_0 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par nombre_res						
classe(classe)	nombre_res(nombre_res)					
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	2	3	4 ou plus	Total
3eme	11	21	50	66	45	193
	10.559	29.711	63.597	59.668	29.466	
	1.40	2.67	6.36	8.40	5.73	24.55
	5.70	10.88	25.91	34.20	23.32	
	25.58	17.36	19.31	27.16	37.50	
4eme	11	37	81	72	26	227
	12.419	34.945	74.8	70.179	34.656	
	1.40	4.71	10.31	9.16	3.31	28.88
	4.85	16.30	35.68	31.72	11.45	
	25.58	30.58	31.27	29.63	21.67	
5eme	10	23	65	51	25	174
	9.5191	26.786	57.336	53.794	26.565	
	1.27	2.93	8.27	6.49	3.18	22.14
	5.75	13.22	37.36	29.31	14.37	
	23.26	19.01	25.10	20.99	20.83	
6eme	11	40	63	54	24	192
	10.504	29.557	63.267	59.359	29.313	
	1.40	5.09	8.02	6.87	3.05	24.43
	5.73	20.83	32.81	28.13	12.50	
	25.58	33.06	24.32	22.22	20.00	
Total	43	121	259	243	120	786
	5.47	15.39	32.95	30.92	15.27	100.00

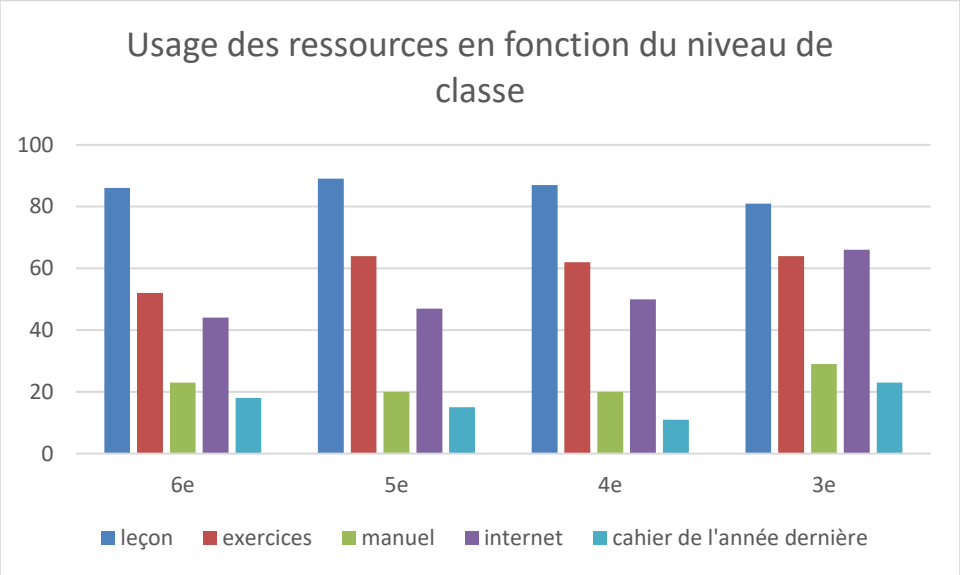
Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	12	24.3294	0.0183
Test du rapport de vraisemblance	12	23.5775	0.0232
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	9.4157	0.0022
Coefficient Phi		0.1759	
Coefficient de contingence		0.1733	
V de Cramer		0.1016	

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves utilisent dans chaque niveau essentiellement 2 ou 3 ressources. La p-value de 0,018 nous indique un lien de dépendance entre le nombre de ressources utilisées et le niveau de classe. On rejette H_0 au seuil des 5 %. Les attendus théoriques sont plus faibles jusqu'à trois ressources et inversement au-delà de trois ressources. Les sixièmes ont tendance à utiliser moins de ressources. En quatrième et cinquième, l'utilisation est concentrée sur 1, 2 ou 3 ressources. Les attendus théoriques pour les troisièmes sont inférieurs à partir de 3 ressources. Ils utilisent plus de trois ressources. Les sixièmes sont plutôt dans un usage minimal de ressources à l'inverse des élèves de troisième. On peut penser qu'en sixième les écrits de la classe suffisent à comprendre les notions.

3.6.3.2 Bilan concernant le travail quotidien en fonction du niveau de classe

Commençons par donner une synthèse sous forme de graphique.



Le cahier de leçon constitue une ressource incontournable quel que soit le niveau de classe. Les deux niveaux de classe qui se détachent sont les niveaux de début et de fin de collège, montrant ainsi une évolution dans les techniques d'étude au fil du collège.

Les élèves de sixième se caractérisent par une utilisation forte du cahier de leçons, moins importante pour le cahier d'exercices et le manuel. Ils font un usage minimal de ressources centrées autour de la leçon. Nous pensons que le cahier d'exercices est moins usité à ce niveau, parce que les exercices, déjà vus pour la grande majorité d'entre eux à l'école primaire, s'apparentent à des tâches routinières.

Les élèves de troisième se démarquent par une utilisation conséquente du cahier de l'année passée, de l'Internet et du manuel. On peut penser que le passage du brevet en fin d'année n'y est pas étranger. Ils se caractérisent par un nombre de ressources supérieur à trois, allant vers une « surconsommation » des ressources. Ils cherchent dans le manuel des techniques et des technologies. L'examen du brevet exerce une pression sur les élèves de ce niveau, ce qui influence les techniques d'étude. Les élèves cherchent à compléter les œuvres venues de la classe.

Les élèves de quatrième ont presque le même profil que les élèves de troisième, avec une utilisation moins forte du manuel et de l'Internet. Ils se détachent par un accès important au bloc technologico-théorique. La classe de quatrième constitue une rupture au niveau des apprentissages dans les programmes de mathématiques. En géométrie

arrive l'enseignement de théorèmes[32] tels que ceux de Pythagore et Thalès, ou des propriétés relatives aux triangles semblables, engageant les élèves dans la mise en œuvre de raisonnements déductifs. En ce qui concerne la partie numérique, commence à se développer le calcul algébrique.

Les élèves de cinquième ont le même profil que les élèves de sixième, avec un emploi un peu plus marqué du cahier d'exercices.

On observe une évolution des techniques d'étude entre la sixième et la troisième. Les élèves de sixième sont plus tournés vers la leçon et dans une perception où l'on apprend des mathématiques. Les élèves de troisième sont plus orientés vers une dimension où l'on pratique les mathématiques. Ainsi peut-on dire que les élèves de sixième « apprennent » des mathématiques alors que les troisièmes « font » des mathématiques. On peut synthétiser les liens d'association sous la forme d'un tableau.

Lien de dépendance ?	**Cahier de leçon**	**Cahier d'exercices**	**Manuel**
Niveau de classe	x	Oui Lien significatif	x

Lien de dépendance ?	**Internet**	**Cahier de l'année passée**	**Nombre de ressources**
Niveau de classe	Oui Lien hautement significatif	Oui Lien hautement significatif	Oui Lien significatif

3.6.4 Le travail quotidien en fonction du type d'établissement

3.6.4.1 Les résultats

Dans cette partie, on recherche d'éventuelles relations de dépendance entre l'usage des diverses ressources et le type d'établissement auquel appartient l'élève. On en distingue trois, REP, centre-ville et zone rurale. Selon le rapport de 2018 de l'Inspection Générale « mission ruralité » trois données caractérisent les populations rurales :

> Ainsi, on retrouve dans les travaux de 1995, les trois caractéristiques majeures énoncées précédemment sur la petite taille des établissements, l'origine sociale « resserrée » des élèves (liées à la sous-représentation des CSP très favorisées et la surreprésentation des CSP moyennes), la surreprésentation des jeunes enseignants. On en retiendra également qu'en 1995 sont déjà évoqués : la « crise du monde rural » et « l'effondrement des effectifs ».

[32] Les élèves interrogés sont soumis au programme de 2016 où les triangles semblables étaient inscrits au programme de quatrième.

Ces facteurs ont-ils une influence sur les techniques d'étude des élèves ? Peut-on dégager un profil d'étude des élèves ruraux ? Pour les élèves scolarisés en REP, 61 % sont enfants d'ouvriers ou d'inactifs[33]. On peut noter que les résultats au brevet sont plus faibles en zone d'éducation prioritaire, comme nous l'indique cet état des lieux sur le site du ministère de l'éducation nationale :

> Jusqu'à la session 2016, le diplôme national du brevet (DNB) comprenait un examen écrit de trois épreuves (français, mathématiques et histoire-géographie-éducation civique). À cette session (la dernière disponible), 44 %des élèves des collèges REP+ et 54 %des élèves des REP ont obtenu plus de 10 sur 20 aux épreuves écrites contre 73 %ailleurs (figure 6). Cependant, en prenant en compte le contrôle en cours de formation et l'oral d'histoire des arts, les écarts diminuent : 76 %des élèves des REP+ ont obtenu leur DNB contre 87 %hors EP. Les élèves d'origine sociale défavorisée réussissent moins bien au DNB[…]

Cet écart avec les autres établissements vont-ils être visibles dans les techniques d'étude. Si oui, à quel niveau ? Aussi est-il légitime de se poser la question de la différence dans les techniques d'étude de ces différentes populations. On a mis en évidence, dans le paragraphe 1, le poids des représentations sociales dans les représentations de l'étude, qui pilotent les manières de travailler. Dans la suite on s'intéresse à l'item 7 dont l'énoncé est rappelé ci-dessous et dont on a codé les réponses.

Item 7 : Le professeur a donné un exercice à faire à la maison.

Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste

- **grâce à ton cahier de leçon code 0 : non - code 1 : oui**
- **grâce à ton cahier d'exercices code 0 : non - code 1 : oui**
- **grâce à ton cahier de l'année dernière code 0 : non - code 1 : oui**
- **grâce à un livre de mathématiques code 0 : non - code 1 : oui**
- **grâce à l'ordinateur (sites Internet , forums, manuels en ligne..) code 0 : non - code 1 : oui**

[33] Chiffres extraits du site du ministère datent de 2017 : année de passation du questionnaire. Consultable à l'adresse https://www.education.gouv.fr/cid26181/l-education-prioritaire-etat-des-lieux.html

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier de leçon / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa1_lecon			
localisation(localisation)	situa1_lecon(situa1_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	20	110	130
	18.382	111.62	
	2.55	14.01	16.56
	15.38	84.62	
	18.02	16.32	
rural	39	266	305
	43.127	261.87	
	4.97	33.89	38.85
	12.79	87.21	
	35.14	39.47	
ville	52	298	350
	49.49	300.51	
	6.62	37.96	44.59
	14.86	85.14	
	46.85	44.21	
Total	111	674	785
	14.14	85.86	100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	0.7741	0.6791
Test du rapport de vraisemblance	2	0.7811	0.6767
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0156	0.9005
Coefficient Phi		0.0314	
Coefficient de contingence		0.0314	
V de Cramer		0.0314	

Interprétation des résultats statistiques

Environ 86 % des élèves utilisent leur cahier de leçon quel que soit l'établissement fréquenté. On ne peut pas dire qu'entre l'utilisation du cahier de leçon et le type d'établissement il y ait une dépendance ; ce qui confirme la position de ce cahier en tant que référence universelle. La P-value atteint une valeur de 0,67 valeur supérieure à 0,05.

Quels sont les éléments recherchés dans le cahier de leçon ? Des éléments du bloc pratique ou plutôt du bloc technologique (l'un n'excluant pas l'autre).

H_0 : Le fait d'aller chercher **dans le cahier de leçon** un élément du bloc théorique/pratique et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher **dans le cahier de leçon** un élément du bloc théorique/pratique et le niveau de classe sont liés

Bloc technologico-théorique

Table de localisation par solu_techno_classe			
localisation(localisation)	solu_techno_classe(solu_techno_classe)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
REP	4	110	114
	6.351	107.65	
	0.56	15.32	15.88
	3.51	96.49	
	10.00	16.22	
rural	23	261	284
	15.822	268.18	
	3.20	36.35	39.55
	8.10	91.90	
	57.50	38.50	
ville	13	307	320
	17.827	302.17	
	1.81	42.76	44.57
	4.06	95.94	
	32.50	45.28	
Total	40	678	718
	5.57	94.43	100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	5.7548	0.0563
Test du rapport de vraisemblance	2	5.6218	0.0602
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.3105	0.5774
Coefficient Phi		0.0895	
Coefficient de contingence		0.0892	
V de Cramer		0.0895	

La répartition est de 96 %en REP, 91 %en zone rurale et 96 %en ville. On remarque un taux moins fort en zone rurale.

La p-value est de 0,0563 supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0 au seuil des 5 %.

Bloc pratique

Table de localisation par solu_pratique_classe			
localisation(localisation)	solu_pratique_classe(solu_pratique_classe)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
REP	15	92	107
	14.823	92.177	
	2.16	13.28	15.44
	14.02	85.98	
	15.63	15.41	
rural	42	233	275
	38.095	236.9	
	6.06	33.62	39.68
	15.27	84.73	
	43.75	39.03	
ville	39	272	311
	43.082	267.92	
	5.63	39.25	44.88
	12.54	87.46	
	40.63	45.56	
Total	96	597	693
	13.85	86.15	100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	0.9161	0.6325
Test du rapport de vraisemblance	2	0.9159	0.6326
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.4242	0.5149
Coefficient Phi		0.0364	
Coefficient de contingence		0.0363	
V de Cramer		0.0364	

La répartition est la suivante :
- 87 %pour les zones urbaines
- 85 %pour les zones rurales
- 86 %pour les REP

La p-value de 0,63 est supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que ces deux variables sont liées.

Qu'en est-il de l'usage du cahier d'exercices en fonction du type d'établissement ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier d'exercices / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa1_exercice			
localisation	**situa1_exercice(situa1_exercice)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
REP	57 51.833 7.25 43.51 18.33	74 79.167 9.41 56.49 15.58	131 16.67
rural	124 120.68 15.78 40.66 39.87	181 184.32 23.03 59.34 38.11	305 38.80
ville	130 138.49 16.54 37.14 41.80	220 211.51 27.99 62.86 46.32	350 44.53
Total	311 39.57	475 60.43	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	0.3906	0.8226
Test du rapport de vraisemblance	2	0.3875	0.8238
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.3886	0.5330
Coefficient Phi		0.0223	
Coefficient de contingence		0.0223	
V de Cramer		0.0223	

Interprétation des résultats statistiques

Le cahier d'exercices est une aide pour étudier pour 56 % des élèves REP, 59 % des élèves en milieu rural et 63 % en milieu urbain.

Les élèves contenant des populations défavorisées utilisent moins cet outil.

Cependant cette différence n'est pas significative. On ne peut pas dire qu'il y a un lien entre le type d'établissement et l'usage du cahier d'exercices puisque la p-value est égale à 0,82 supérieure à 0,05.

Qu'en est-il de la répartition au niveau du cahier d'exercices ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à un manuel de mathématiques / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa1_manuel			
localisation	**situa1_manuel(situa1_manuel)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
REP	105 100.83 13.36 80.15 17.36	26 30.167 3.31 19.85 14.36	131 16.67
rural	225 234.76 28.63 73.77 37.19	80 70.235 10.18 26.23 44.20	305 38.80
ville	275 269.4 34.99 78.57 45.45	75 80.598 9.54 21.43 41.44	350 44.53
Total	605 76.97	181 23.03	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	3.0165	0.2213
Test du rapport de vraisemblance	2	2.9981	0.2233
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0275	0.8683
Coefficient Phi		0.0619	
Coefficient de contingence		0.0618	
V de Cramer		0.0619	

Interprétation des résultats statistiques

En REP, 20 % des élèves utilisent un manuel pour travailler, alors qu'en zone rurale on obtient 26 % et en ville 21 %. On peut se souvenir que les zones REP sont moins dotées en ouvrages que les autres. Cependant dans notre panel les établissements prêtent gratuitement un manuel de classe. On peut donc expliquer ce taux plus faible pour des raisons de difficulté de lecture. On peut aussi penser que le livre fait peu partie de la culture des milieux sociaux des familles en REP. Néanmoins, avec une P-value de 0,2213 on ne peut pas dire que le type d'établissement et l'usage du manuel sont liés. On ne rejette pas H_0. On peut noter que dans tous les établissements interrogés, le manuel de la classe est prêté gratuitement par l'établissement.

On s'intéresse au bloc théorique ou pratique auquel font référence les élèves dans l'utilisation d'un manuel.

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique **dans le manuel** et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique **dans le manuel** et le niveau de classe sont liés

Bloc technologico-théorique

Table de localisation par solu_techno_livre			
localisation(localisation)	solu_techno_livre(solu_techno_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
REP	85	29	114
	71.29	42.71	
	11.84	4.04	15.88
	74.56	25.44	
	18.93	10.78	
rural	153	131	284
	177.6	106.4	
	21.31	18.25	39.55
	53.87	46.13	
	34.08	48.70	
ville	211	109	320
	200.11	119.89	
	29.39	15.18	44.57
	65.94	34.06	
	46.99	40.52	
Total	449	269	718
	62.53	37.47	100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	17.7134	0.0001
Test du rapport de vraisemblance	2	17.9205	0.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0905	0.7635
Coefficient Phi		0.1571	
Coefficient de contingence		0.1552	
V de Cramer		0.1571	

Pour ce qui est du manuel, 25 % des élèves en REP vont chercher des éléments du bloc technologique contre 46 % en zone rurale et 34 % en zone urbaine. Le test du Khi deux renvoie un p-value de 0,0001 donc inférieure à 0,05. Les écarts sont très significatifs. On rejette H0 au seuil de 5 %. Le fait d'aller chercher des propriétés dans le manuel et le type d'établissement ne sont pas indépendants.

Bloc pratique

Table de localisation par solu_pratique_livre			
localisation(localisation)	solu_pratique_livre(solu_pratique_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
REP	79	28	107
	72.877	34.123	
	11.40	4.04	15.44
	73.83	26.17	
	16.74	12.67	
rural	168	107	275
	187.3	87.698	
	24.24	15.44	39.68
	61.09	38.91	
	35.59	48.42	
ville	225	86	311
	211.82	99.179	
	32.47	12.41	44.88
	72.35	27.65	
	47.67	38.91	
Total	472	221	693
	68.11	31.89	100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	10.4213	0.0055
Test du rapport de vraisemblance	2	10.3372	0.0057
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.6395	0.4239
Coefficient Phi		0.1226	
Coefficient de contingence		0.1217	
V de Cramer		0.1226	

La répartition des élèves qui vont chercher des exemples corrigés dans leur manuel est la suivante :
- 28 % en centre-ville
- 39 % en zone rurale
- 26 % en REP

Le taux est plus fort au niveau des zones rurales. La p-value est égale à 0,0055 est bien inférieure à 0,05. On rejette H_0 au seuil de 5 %
Le fait d'aller chercher des exemples corrigés dans le manuel et le type d'établissement sont reliés.

On s'intéresse à l'usage d'Internet par les élèves.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à Internet / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa1_orid			
localisation(localisation)	**situa1_orid(situa1_orid)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	56	75	131
	63.328	67.672	
	7.14	9.57	16.71
	42.75	57.25	
	14.78	18.52	
rural	147	158	305
	147.44	157.56	
	18.75	20.15	38.90
	48.20	51.80	
	38.79	39.01	
ville	176	172	348
	168.23	179.77	
	22.45	21.94	44.39
	50.57	49.43	
	46.44	42.47	
Total	379	405	784
	48.34	51.66	100.00
Fréquence manquante = 2			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	2.3388	0.3106
Test du rapport de vraisemblance	2	2.3459	0.3095
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.1761	0.1402
Coefficient Phi		0.0546	
Coefficient de contingence		0.0545	
V de Cramer		0.0546	

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves situés en zone rurale et urbaine présentent un taux d'utilisation d'Internet proche de 50 %. Viennent ensuite les élèves de zone REP avec 57 %. Internet est donc une ressource largement employée, un peu plus d'un élève sur deux. Avec une p-value de 0,3106 supérieure à 0,05 on ne peut pas dire que cela dépend du type d'établissement fréquenté. Il s'agit d'un phénomène général touchant tous les établissements. Notons que les établissements Rep que nous avons choisis sont situés en ville, dans la périphérie de Vichy et Clermont-Ferrand.

On considère désormais l'usage des cahiers des années passées que l'on croise avec le type d'établissement.

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce au cahier de l'année dernière / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa_cahierpasse			
localisation	**situa_cahierpasse(situa_cahierpasse)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**0**	**1**	**Total**
REP	107 109 13.61 81.68 16.36	24 22 3.05 18.32 18.18	131 16.67
rural	253 253.78 32.19 82.95 38.69	52 51.221 6.62 17.05 39.39	305 38.80
ville	294 291.22 37.40 84.00 44.95	56 58.779 7.12 16.00 42.42	350 44.53
Total	654 83.21	132 16.79	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	0.3906	0.8226
Test du rapport de vraisemblance	2	0.3875	0.8238
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.3886	0.5330
Coefficient Phi		0.0223	
Coefficient de contingence		0.0223	
V de Cramer		0.0223	

Interprétation des résultats statistiques

On constate que le cahier de l'année passée est utilisé à hauteur d'environ 16 % en milieu urbain, 17 % en milieu rural et 18 % en zone REP.

On conclut que le cahier de l'année antérieure est une ressource peu utilisée quel que soit l'établissement. On peut conjecturer que les élèves « tournent la page » et écrivent chaque année, par le jeu d'un contrat lié au professeur différent, une « page mathématique » différente, au même titre que l'on écrit un nouveau chapitre dans un livre. Ce résultat rejoint les travaux déjà anciens sur le temps didactique et « l'inutilité » des révisions (Chevallard, 1985 & Chevallard et Mercier, 1987).

En outre, on ne peut pas dire qu'il y a une relation entre l'utilisation de leur cahier de l'année dernière et le type d'établissement fréquenté. La p-valeur de 0,8226 est supérieure à 0,05.

On termine cette partie de l'étude par la recherche du nombre de ressources utilisées en fonction du type d'établissement.

H_0 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le type d'établissement sont indépendants.
H_1 : Le nombre de ressources utilisées dans le travail quotidien et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par nombre_res						
localisation(localisation)	**nombre_res(nombre_res)**					
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4 ou plus**	**Total**
REP	9 7.1667 1.15 6.87 20.93	21 20.167 2.67 16.03 17.36	36 43.167 4.58 27.48 13.90	47 40.5 5.98 35.88 19.34	18 20 2.29 13.74 15.00	131 16.67
rural	5 16.686 0.64 1.64 11.63	53 46.953 6.74 17.38 43.80	107 100.5 13.61 35.08 41.31	96 94.294 12.21 31.48 39.51	44 46.565 5.60 14.43 36.67	305 38.80
ville	29 19.148 3.69 8.29 67.44	47 53.88 5.98 13.43 38.84	116 115.33 14.76 33.14 44.79	100 108.21 12.72 28.57 41.15	58 53.435 7.38 16.57 48.33	350 44.53
Total	43 5.47	121 15.39	259 32.95	243 30.92	120 15.27	786 100.00

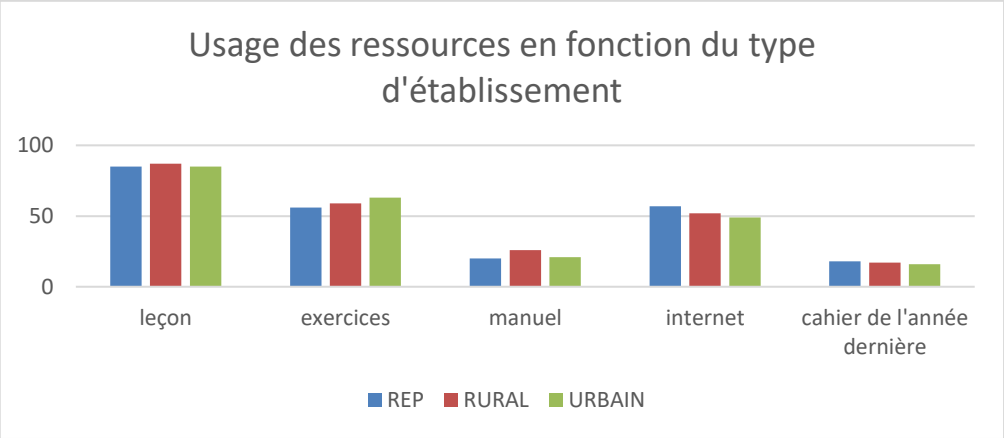
Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	8	19.4559	0.0126
Test du rapport de vraisemblance	8	21.8939	0.0051
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.1994	0.6552
Coefficient Phi		0.1573	
Coefficient de contingence		0.1554	
V de Cramer		0.1112	

Interprétation des résultats statistiques

Globalement 2 ou 3 ressources sont utilisées. La p-value de 0,012 est inférieure à 0,05. On rejette donc H_0. Pour les élèves en REP, en-dessous de deux ressources non comprises, l'effectif réel est plus important que l'effectif attendu ainsi que pour 3 ressources. En zone rurale pour les catégories 1, 2 et 3 ressources, les effectifs théoriques sont inférieurs aux effectifs observés. Il y une concentration au niveau des zones rurales autour de la valeur 2. En ville on trouve plus d'élèves au niveau des valeurs extrêmes 0 ou « plus de 4 ressources ».

3.6.4.2 Bilan du travail quotidien en fonction du type d'établissement

Commençons par une synthèse graphique.



On peut résumer les liens de dépendance trouvés précédemment par un tableau.

Lien de dépendance ?	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Manuel Eléments techniques/ théoriques	Internet	Cahier de l'année passée	Nombre de ressources
Type d'établissement	x	x	Oui Lien hautement significatif	x	x	Oui Lien significatif

Dans les différents types d'établissements, on peut relever des comportements similaires au sujet des techniques d'étude. Le cahier de leçon reste un incontournable très utilisé pour rechercher une piste dans un exercice quotidien, et ce quel que soit le type d'établissement. Internet est utilisé par un élève sur deux, et cela encore dans tous les établissements. Le cahier de l'année passée est utilisé à la marge. Poursuivons par l'observation d'éléments plus spécifiques à chaque profil d'établissement, notamment ceux qui concernent le nombre de ressources et l'emploi du manuel.

Les zones REP

Les élèves de REP n'utilisent guère que 2 ou 3 ressources. L'usage du manuel est moins courant pour ces élèves. L'explication réside sans doute dans le rapport personnel de ces élèves à l'écriture et la lecture et le fait que, très souvent, les livres ne fassent pas partie de la culture des familles. Dans ce type d'établissement, il existe un déficit d'élèves allant rechercher dans leur manuel éléments d'organisations mathématiques de nature technologique mais aussi, peut-être plus pénalisant, des éléments techniques.

Les élèves ruraux

A partir du traitement statistique précédent, nous avons mis au jour la liaison existante entre le nombre de ressources utilisées et le type d'établissement. Les élèves des zones rurales utilisent deux ou trois ressources. Alors que le manuel est peu utilisé de manière générale, son taux d'utilisation dans les zones rurales est important. Les questionnaires nous indiquent que les élèves vont y rechercher à la fois des technologies et des techniques. Par contre, on constate qu'ils vont attacher moins d'importance aux ingrédients technologiques provenant de leur cahier de leçon. Il est donc possible que les élèves ruraux cherchent des éléments technologiques dans leur manuel parce qu'ils ne les trouvent pas dans leur cahier de leçon, en tout cas, de manière suffisante. On peut émettre l'hypothèse que les professeurs enseignant en zone rurale, dans une volonté de simplifier les savoirs ou du fait de leur isolement par rapport à d'autres collègues – les établissements sont de petite taille, éloignés des centres urbains dans l'académie de Clermont-Ferrand, les échanges entre professeurs de mathématiques peu fréquents et diversifiés parce que les professeurs de mathématiques sont peu nombreux dans l'établissement – éliminent des organisations mathématiques enseignées certaines technologies jugées trop difficiles pour les élèves. Il existerait donc un phénomène lié à la négociation à la baisse du contrat didactique de la part des professeurs, peut-être plus important qu'ailleurs. On peut appuyer cette hypothèse sur un fait observé et relaté dans la thèse de F. Méjani. Il s'agit de la comparaison de la dévolution du milieu pour la même notion mathématique, l'enseignement des équations du 1er degré à une inconnue en 4e, dans deux classes enseignées par le même professeur, qui montre l'influence de la prise en considération par le même professeur du niveau des élèves des classes, dans la constitution du *pré-milieu* :

> Les pré-milieux $M_{0,3a}$ et $M_{0,3b}$ sont apportés par le même enseignant, mais ils ne s'adressent pas à des classes comparables : l'une étant considérée comme une « bonne classe » et l'autre étant une « classe faible » selon ses dires. Les pré-tests que nous avons réalisés avant ces séances viennent confirmer les écarts importants de réussite entre ces deux classes. C'est ce qui nous permet d'affirmer que les adaptations du pré-milieu opérées par ces professeurs, loin d'être anodines ou témoignant d'un désir de personnalisation d'une activité, sont des gestes didactiques à part entière, et qui par conséquent, portent une fonction liée à l'étude dans les classes. Elles résultent de l'action du professeur évoluant dans un système fait de conditions et de contraintes particulières qu'il perçoit et dont il tient compte. (Méjani, 2018, p. 259)

Les élèves de centre-ville

Les élèves issus des établissements de centre-ville se caractérisent par l'attribution de valeurs extrêmes au nombre de ressources utilisées : moins de deux ou, au contraire, plus de trois. Il faut cependant préciser que le questionnaire ne nous renseigne pas sur les circonstances exactes de l'usage de ces ressources : il ne s'agit que de résultats quantitatifs. Les élèves de centre-ville sont aussi attachés à travailler à partir des leçons enseignées en classe (85 %) et grâce au cahier d'exercices pour 62 % d'entre eux. Ils recherchent des éléments technologiques mais aussi des éléments techniques. Ils utilisent peu le manuel scolaire par rapport aux établissements ruraux.

3.6.5 Conclusion sur le travail personnel des élèves au quotidien

Nous avons précédemment analysé comment travaillent les élèves au jour le jour, notamment comment ils trouvent des solutions lorsqu'ils sont face à des difficultés. La première remarque concerne la régularité des réponses en fonction des situations. Peu importe la difficulté du travail ou du temps plus ou moins long donné pour réaliser des devoirs, les élèves travaillent toujours de la même manière. Ils obéissent à des routines, en tant que sujets de l'institution scolaires et de son prolongement extérieur, routines qu'ils n'interrogent pas en fonction de la complexité du travail face auquel ils se trouvent.

Nous pouvons désormais faire le point sur les techniques d'étude relevées lors du travail quotidien. Nous déclinons ces techniques en fonction du niveau de l'élève, du niveau de classe et du type d'établissement. On établit le bilan des médias qu'ils mobilisent et des aides à l'étude qui les accompagnent.

La majorité de l'aide au collège est apportée par le milieu familial. Ensuite ce sont les camarades qui jouent le rôle d'aides à l'étude : 75 % des élèves sont aidés par leurs parents et 45 % par leurs pairs. Cette aide est similaire en nombre quel que soit le niveau en mathématiques des élèves. Elle n'est pas moindre chez les bons élèves, ni plus élevée chez les faibles. Il existe une forte aide des parents en sixième (80 %) qui diminue jusqu'en troisième (73 %) et qui laisse place à une entraide croissante entre élèves de la classe (18 % en sixième jusqu'à 26 % en troisième). L'aide des familles est élevée en zone d'éducation prioritaire, soit 71 %, plus qu'en centre-ville, dont le taux est de 70 %. En zone rurale, ce taux explose avec un pourcentage de 82 %. Par contre on note un taux moins important des aides entre pairs en zone REP, 34%contrairement aux zones rurales qui en comptent 57 %. On perçoit ici qu'on est loin d'une démission des parents, y compris en zone REP. Le professeur, les surveillants et d'autres adultes présents dans le système éducatif interviennent de manière très ponctuelle. Les cours particuliers représentent une aide marginale, concentrée sur les zones urbaines non REP.

Parmi les médias utilisés, le cahier de leçon reste une incontournable référence pour 86 % des élèves. Vient en seconde position le cahier d'exercices pour les deux tiers des élèves et enfin, pour la moitié d'entre eux, le média préféré est l'Internet. Le manuel ou les livres de mathématiques sont des ressources qui sont peu utilisées, seulement pour 23 % des élèves.

Parmi les différences d'utilisation du cahier de leçon, on peut noter que 96,6 % des très bons élèves s'y réfèrent pour étudier les propriétés, les théorèmes et les définitions. Les faibles quant à eux vont chercher à 87,7 % des exemples corrigés. On décèle chez les très bons, une volonté d'extraire du cahier de leçons, des méthodes générales lorsqu'ils sont en difficulté, alors que les faibles cherchent davantage à recopier un énoncé similaire. De surcroît les bons élèves se caractérisent par une forte utilisation du cahier des années antérieures. Il constitue un lien avec l'année $n-1$, symbole d'une vision de continuité des

apprentissages. Les faibles se caractérisent par un usage plus important d'Internet et du manuel. Les très bons élèves se concentrent sur un nombre minimal de ressources alors que les élèves faibles se situent au niveau des extrêmes : soit très peu (0 ou 1) soit beaucoup (plus de trois). Cette différence est statistiquement significative puisque la p-valeur est égale à 0,04.

Les élèves de sixième présentent une utilisation plus élevée du cahier de leçons et les troisièmes des cahiers des années passées. Pour le brevet, il s'agit d'aller rechercher des propriétés et théorèmes de quatrième, non écrits nécessairement dans le cahier de leçon en troisième. On note un usage des livres parascolaires plus marqué dans ce niveau de classe, dû sans doute au passage du brevet. Les élèves de sixième utilisent moins de ressources que ceux de troisième, de manière significative ; la p-valeur étant égale à 0,0183.

A propos des types d'établissement, nous avons noté que le manuel était usité de manière plus restreinte en zone REP. Nous interprétons ce résultat comme la conséquence du statut des écrits dans les populations REP. L'usage des livres ne fait pas forcément partie de la culture de la majorité des familles. Les zones rurales se démarquent à l'inverse par un usage fort du manuel. Nous n'avons pour l'instant pas d'explications pour ce résultat. Nous verrons un peu plus loin quelles sont les fonctions que les ressources occupent pour ces élèves. Pour tous les élèves de REP et ruraux, deux ou trois ressources sont employées dans le travail quotidien. Pour les élèves de centre-ville, l'usage se caractérise par des extrêmes : soit peu de ressources soit beaucoup de ressources (supérieur à trois).

On peut récapituler les liens de dépendance dans l'utilisation des ressources sous forme de tableau. On signale la p-valeur et les taux faibles et forts qui se détachent. La croix signifie qu'aucun lien n'a pu être établi.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
Aide des familles	x	x	Oui p-value =0,0011 taux fort en zone rurale
Aide des camarades	x	Oui p-valeur = 0,0044 taux fort en troisième	Oui p-valeur <0,0001 taux faible en REP
Usage du cahier de leçons	x	x	x
Usage du cahier d'exercices	x	Oui p-valeur = 0,0354 -taux fort en quatrième et troisième -taux faible en sixième, cinquième	x
Usage du cahier des années passées	Oui p-valeur =0,0013 taux fort chez les bons élèves	Oui p-valeur =0,0106 taux fort en troisième	x
Usage du manuel	x	x	x
Usage de l'Internet	x	Oui p-valeur < 0,0001 taux fort en troisième	x

Une analyse qualitative plus approfondie portant sur la nature de la fonction assignée à ces ressources et des fonctions didactiques qu'elles occupent réellement semble nécessaire pour compléter l'étude des éventuelles différences ou similarités.

3.7 Travail personnel des élèves pour les devoirs surveillés et lors des devoirs maison

Les situations 4 et 5 du questionnaire portent sur le travail personnel des élèves lors des révisions d'un contrôle ou lors de la préparation/réalisation d'un devoir-maison. Plusieurs axes sont développés dans ces situations :

- La gestion du temps
- Les techniques d'étude pour réviser un contrôle
- Les techniques de vérification lors de devoirs-maison

Dans chaque cas et comme précédemment, on croise les données recueillies avec les trois paramètres repérés comme ayant une influence sur l'étude des élèves :

- -le niveau de l'élève : très bon, bon, moyen, faible
- -le niveau de classe : de la sixième à la troisième
- le type d'établissement : REP, rural, urbain.

3.7.1 La gestion du temps

Pour enquêter sur la gestion du temps par les élèves lors de révisions d'un devoir surveillé, nous avons choisi de les questionner sur trois points. Tout d'abord, on interroge les élèves pour savoir s'ils s'avancent dans leur travail personnel de préparation de contrôles et de rédaction des devoirs maison. On observe la durée écoulée entre le début des révisions et le contrôle. Cette avance est-elle de l'ordre d'une semaine ou plus, de quelques jours ou encore révisent-ils un contrôle la veille pour le lendemain ? Ensuite nous nous sommes intéressée à leurs habitudes : travail à heures régulières, ou encore sur des jours spécifiques, comme le mercredi après-midi ou le week-end. Dans un dernier point, nous investiguons sur la planification de leurs révisions : existe-t-elle ? Est-elle aidée par des tierces personnes, par exemple leurs parents ?

3.7.1.1 Anticipation des révisions d'un contrôle de mathématiques

Selon le rapport Glasman (2004), les élèves passent environ six à huit heures par semaine sur leurs devoirs en sixième-cinquième et entre huit et dix heures en quatrième-troisième. Cependant ces chiffres ne constituent qu'une moyenne. Il est difficile d'avoir une idée précise du temps d'étude passé car d'un élève à un autre le nombre des heures fluctue beaucoup. D'autre part, le temps passé à réviser n'est pas nécessairement gage de qualité. Ainsi nous nous sommes davantage intéressée à la façon de gérer le temps d'étude plutôt qu'à la quantité passée sur les devoirs. Temps d'apprentissage et temps didactique ne coïncidant pas, les écarts entre ceux qui réussissent à « se maintenir à jour » et les autres peuvent être importants. Ainsi certains élèves connaîtront de petits décalages qui restent faibles par rapport à l'avancement en classe, et d'autres accumuleront les retards.

L'expérience de Stanford Marshmallow est une expérience de psychologie sociale connue, réalisée par Walter Mischel, doctorant à l'université de Stanford. Le chercheur positionne un marshmallow sur une table dans une pièce où un enfant de maternelle est seul. Il peut avaler la guimauve tout de suite mais s'il attend le retour du chercheur il pourra en obtenir une deuxième. Dans cette expérience, c'est donc la résistance à la tentation qui est testée. Le chercheur déduit de l'ensemble de ses tests réalisés sur 550 enfants que la capacité à décaler certains événements dans le temps, permettrait de mieux se contrôler et de multiplier les réussites dans la vie future. Les enfants qui avaient résisté disposent d'un meilleur avenir social. Ces enfants étaient pourtant issus de milieux sociaux similaires. Aussi Mischel déduit-il qu'il y aurait un lien entre l'organisation temporelle, et la réussite sociale :

> J'ai acquis la conviction qu'exercer son self-control, et plus spécifiquement différer une gratification immédiate au profit de bénéfices futurs, est une compétence qui s'apprend. (Mischel, 2015)

Dans cette partie de notre travail, on interroge les élèves sur leur gestion du temps d'étude. On observe ici plusieurs dimensions temporelles. D'une part, l'anticipation des révisions. Quand commencent-ils à réviser les contrôles de mathématiques ? D'autre part nous avons constaté précédemment que les élèves étudient de manière routinière, dans la mesure où ils ne s'adaptent pas à la difficulté des questions posées qui induit de la difficulté dans leur travail personnel et donc, pourrait-on le supposer, un temps de recherche plus important, induisant une planification du travail sur une durée plus grande. Les habitudes routinières des élèves impactent-elles l'organisation temporelle de l'étude ? Les élèves planifient-ils leur travail scolaire en fonction de leurs activités sportives, associatives, familiales. On suppose que la façon dont les élèves gèrent leur temps d'étude, et donc leur temps d'apprentissage, a pour effet une meilleure réussite. Notons que, dans notre panel, les professeurs annoncent les contrôles une semaine voire deux semaines en avance. Nous croisons l'item concernant l'anticipation des révisions avec le niveau de l'élève en mathématiques, son niveau de classe et son type d'établissement.

Résultats de l'anticipation des contrôles en fonction du niveau de l'élève, du niveau de classe et du type d'établissement.

Item : **Quand commences-tu à réviser un contrôle de mathématiques ?**
Réponse 1 : la veille - Réponse 2 : quelques jours avant - Réponse 3 : une semaine avant ou plus.

H_0 : L'anticipation des révisions du contrôle et le niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : L'anticipation des révisions du contrôle et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par revision_anticipation				
niveau	revision_anticipation(revision_anticipation)			
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	Total
B	51	101	16	168
	51.71	97.548	18.742	
	6.85	13.58	2.15	22.58
	30.36	60.12	9.52	
	22.27	23.38	19.28	
F	61	92	9	162
	49.863	94.065	18.073	
	8.20	12.37	1.21	21.77
	37.65	56.79	5.56	
	26.64	21.30	10.84	
M	62	147	26	235
	72.332	136.45	26.216	
	8.33	19.76	3.49	31.59
	26.38	62.55	11.06	
	27.07	34.03	31.33	
TB	55	92	32	179
	55.095	103.94	19.969	
	7.39	12.37	4.30	24.06
	30.73	51.40	17.88	
	24.02	21.30	38.55	
Total	229	432	83	744
	30.78	58.06	11.16	100.00
Fréquence manquante = 42				

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	6	18.5325	0.0050
Test du rapport de vraisemblance	6	18.4076	0.0053
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.9652	0.0464
Coefficient Phi		0.1578	
Coefficient de contingence		0.1559	
V de Cramer		0.1116	

Interprétation des résultats statistiques

Une première constatation consiste à noter que peu d'élèves s'avancent dans leur travail de révision. 11 % des élèves révisent une semaine plus tôt, 58 % du panel révisent quelques jours avant et 31 % la veille. Les élèves révisent majoritairement quelques jours avant, ce qui concerne :

- 51 % des très bons
- 60 % des bons
- 62 % des moyens
- 57 % des faibles

Cette répartition n'est pas celle attendue théoriquement. En effet, le test du khi-deux montre une dépendance forte entre le temps d'anticipation des révisions et le niveau de l'élève. La p-valeur qui est de 0,005 est bien inférieure à 0,05. On rejette H_0 au seuil de 5 %. Il y a davantage d'élèves très bons qui révisent une semaine plus tôt (32) par rapport à l'attendu théorique (19,9). De surcroît, il y a plus d'élèves très faibles qui révisent la veille (61) par rapport à l'attendu théorique (49,8).

Nous croisons cet item avec le niveau de classe.

Item : **Quand commences-tu à réviser un contrôle de mathématiques ?**
Réponse 1 : la veille - Réponse 2 : quelques jours avant - Réponse 3 : une semaine avant

H_0 : L'anticipation des révisions du contrôle et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : L'anticipation des révisions du contrôle et le niveau de classe et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par revision_anticipation				
classe(classe)	revision_anticipation(revision_anticipation)			
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	Total
3eme	69	108	12	189
	58.368	109.66	20.972	
	9.22	14.44	1.60	25.27
	36.51	57.14	6.35	
	29.87	24.88	14.46	
4eme	78	115	20	213
	65.779	123.59	23.635	
	10.43	15.37	2.67	28.48
	36.62	53.99	9.39	
	33.77	26.50	24.10	
5eme	34	110	23	167
	51.574	96.896	18.531	
	4.55	14.71	3.07	22.33
	20.36	65.87	13.77	
	14.72	25.35	27.71	
6eme	50	101	28	179
	55.279	103.86	19.862	
	6.68	13.50	3.74	23.93
	27.93	56.42	15.64	
	21.65	23.27	33.73	
Total	231	434	83	748
	30.88	58.02	11.10	100.00
Fréquence manquante = 38				

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	6	21.9813	0.0012
Test du rapport de vraisemblance	6	22.8089	0.0009
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	13.3585	0.0003
Coefficient Phi		0.1714	
Coefficient de contingence		0.1690	
V de Cramer		0.1212	

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves, tous niveaux confondus, révisent majoritairement quelques jours auparavant.

57 % des 3e
54 % des 4e
66 % des 5e
56 % des 6e

Nous relevons ici encore une dépendance entre le niveau de classe (6e, 5e, 4e, 3e) et cet item puisque la p-value est de 0,0012 donc inférieure à 0,05. On note une différence entre les attendus théoriques et les effectifs observés. Il y a davantage d'élèves de sixième et de cinquième qui révisent une semaine en avance par rapport aux effectifs attendus. A contrario, on comptabilise moins d'élèves révisant une semaine plus tôt et beaucoup plus révisant la veille par rapport à la répartition théorique sur les niveaux quatrième et troisième. On peut penser, pour expliquer ce phénomène, que les élèves de troisième et de quatrième ont une charge de travail plus importante que les élèves de sixième et cinquième. Au fil des années la proportion d'élèves qui s'avancent pour réviser un contrôle, s'amenuise.

Qu'en est -il de la répartition selon le type d'établissement ?

Item : **Quand commences-tu à réviser un contrôle de mathématiques ?**
Réponse 1 : la veille - Réponse 2 : quelques jours avant - Réponse 3 : une semaine avant

H_0 : L'anticipation des révisions du contrôle et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : L'anticipation des révisions du contrôle et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par revision_anticipation				
localisation(localisation)	revision_anticipation(revision_anticipation)			
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	3	Total
REP	42 35.515 5.61 36.52 18.18	62 66.725 8.29 53.91 14.29	11 12.761 1.47 9.57 13.25	115 15.37
rural	79 92.338 10.56 26.42 34.20	180 173.48 24.06 60.20 41.47	40 33.178 5.35 13.38 48.19	299 39.97
ville	110 103.15 14.71 32.93 47.62	192 193.79 25.67 57.49 44.24	32 37.061 4.28 9.58 38.55	334 44.65
Total	231 30.88	434 58.02	83 11.10	748 100.00
Fréquence manquante = 38				

Interprétation des résultats statistiques

La majorité des élèves révisent quelques jours avant, et ce quel que soit le type d'établissement. Avec un test du khi-deux donnant une p-valeur de 0,16 donc supérieure à 0,05 on ne peut pas conclure à une influence du type d'établissement sur l'anticipation des révisions d'un contrôle. On ne rejette pas H_0.

Bilan sur l'anticipation des révisions.

Il est surprenant de constater que la plupart des élèves révisent quelques jours avant le contrôle. Ce sont les très bons élèves qui révisent le plus en avance, et les faibles la veille. Plus l'âge augmente, plus la répartition diffère de la population totale. Les élèves de quatrième et de troisième anticipent moins par rapport aux élèves de cinquième et sixième. On peut interpréter cela en lien avec une quantité de travail qui augmente en classe de troisième et de quatrième. Ces derniers semblent débordés, dans la mesure où ils peinent à organiser leur étude sur un temps plus long, c'est-à-dire au-delà de quelques jours. Enfin, on ne peut pas dire qu'il y ait une influence du paramètre « type d'établissement » sur le temps d'anticipation des révisions. On peut résumer les résultats obtenus sous la forme d'un tableau.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
Anticipation des révisions	Oui p-valeur = à,005	Oui p-valeur= 0,0012	x

3.7.1.2 Habitudes temporelles

Selon la circulaire de 1951, le conseil de classe doit établir « un plan de travail des élèves en dehors de la classe ». Ce texte n'étant pas appliqué, la planification est à la charge des élèves et de leurs familles. Les professeurs considèrent que l'organisation du temps d'étude fait partie de la vie privée et qu'ils n'ont pas à empiéter sur cette intimité familiale.

On s'intéresse ici aux habitudes temporelles des élèves. En effet, pour étudier, il faut dégager du temps pour soi, qui est à concilier avec les activités sportives, musicales, les sorties familiales, etc. On sait par exemple qu'afin de concilier sport et étude pour les sections scolaires sportives de haut niveau, les horaires sont aménagés et les temps d'étude hors école sont planifiés. Les élèves planifient-ils leurs temps d'étude à partir d'un emploi du temps fixé, au même titre que le temps scolaire est découpé en heures de cours ? Le questionnaire nous a permis d'obtenir des réponses sur ce point. Un peu moins d'un tiers du panel (28 %) déclarent avoir des habitudes de travail qui tiennent compte du temps, ce qui correspond à peu d'élèves.

Résultats sur les habitudes temporelles

Item 20 : **En mathématiques, as-tu des habitudes dans tes horaires de travail (mercredi, week-end, le soir après 20h, après le sport ...)**

H_0 : Avoir des habitudes temporelles et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Avoir des habitudes temporelles et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_habi			
niveau	situa5_habi(situa5_habi)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	119	55	174
	125.26	48.738	
	15.58	7.20	22.77
	68.39	31.61	
	21.64	25.70	
F	126	41	167
	120.22	46.777	
	16.49	5.37	21.86
	75.45	24.55	
	22.91	19.16	
M	167	71	238
	171.34	66.665	
	21.86	9.29	31.15
	70.17	29.83	
	30.36	33.18	
TB	138	47	185
	133.18	51.819	
	18.06	6.15	24.21
	74.59	25.41	
	25.09	21.96	
Total	550	214	764
	71.99	28.01	100.00
Fréquence manquante = 22			

Interprétation des résultats statistiques

Les habitudes de travail dans la gestion du temps sont attribuées à

- 25 % des très bons
- 32 % des bons élèves
- 30 % des moyens
- 25 % des faibles

On ne peut pas dire que ces habitudes dépendent du niveau de l'élève en mathématiques (très bon, bon, moyen, faible). En effet, le test du khi-deux renvoie une p-valeur à 0,37 donc bien au-dessus de 0,05. On ne rejette pas H_0.

Obtient-on les mêmes résultats lorsqu'on les croise avec le niveau de classe ?

Item : **En mathématiques, as-tu des habitudes dans tes horaires de travail (mercredi, week-end, le soir après 20h, après le sport …)**

H_0 : Avoir des habitudes temporelles et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Avoir des habitudes temporelles et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_habi			
classe	**situa5_habi(situa5_habi)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	150	43	193
	138.79	54.211	
	19.51	5.59	25.10
	77.72	22.28	
	27.12	19.91	
4eme	163	60	223
	160.36	62.637	
	21.20	7.80	29.00
	73.09	26.91	
	29.48	27.78	
5eme	118	53	171
	122.97	48.031	
	15.34	6.89	22.24
	69.01	30.99	
	21.34	24.54	
6eme	122	60	182
	130.88	51.121	
	15.86	7.80	23.67
	67.03	32.97	
	22.06	27.78	
Total	553	216	769
	71.91	28.09	100.00
Fréquence manquante = 17			

Interprétation des résultats statistiques

En classe de troisième, on trouve 22 % qui possèdent des routines dans l'organisation du temps, 27 % en quatrième, 31 % en cinquième, et 33 % en sixième. Un tiers des élèves au maximum possèdent des habitudes dans leur gestion du temps consacré à leur travail personnel.

De façon similaire, on ne trouve aucun lien entre le niveau de l'élève (sixième, cinquième, quatrième ou troisième) et les habitudes temporelles de travail. La p-valeur donne des différences non significatives : elle vaut 0,10. On ne rejette pas H_0.

On croise ensuite la variable « avoir des habitudes de travail » avec le type d'établissement.

Item : **En mathématiques, as-tu des habitudes dans tes horaires de travail (mercredi, week-end, le soir après 20h, après le sport ...)**

H_0 : Avoir des habitudes temporelles et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Avoir des habitudes temporelles et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_habi			
localisation	situa5_habi(situa5_habi)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	93 87.732 12.09 76.23 16.82	29 34.268 3.77 23.77 13.43	122 15.86
rural	213 217.89 27.70 70.30 38.52	90 85.108 11.70 29.70 41.67	303 39.40
ville	247 247.38 32.12 71.80 44.67	97 96.624 12.61 28.20 44.91	344 44.73
Total	553 71.91	216 28.09	769 100.00
Fréquence manquante = 17			

Interprétation des résultats statistiques

Parmi ceux qui possèdent des habitudes dans les horaires de travail en dehors de l'école, on trouve 24 % des REP, 29 % en zone rurale et 28 % en zone urbaine. La p-value est de 0,46 donc supérieure à 0,05. Ainsi on ne peut pas dire que les habitudes temporelles soient liées au type d'établissement fréquenté. On ne rejette pas H_0.

Bilan sur les habitudes temporelles

Un peu moins d'un tiers des élèves possèdent des habitudes temporelles de travail. Nous sommes surpris du peu d'élèves que cela représente. On peut penser que la charge de travail d'une semaine sur l'autre diffère, ce qui gêne les élèves pour entrer dans des routines de travail au niveau temporel. Bien que les élèves travaillent par habitude en ce qui concerne les gestes qu'ils accomplissent (conclusion du paragraphe 3.6.1), ils sont peu nombreux à adapter leurs techniques d'étude à la difficulté rencontrée ou au temps imparti et ils sont peu nombreux à respecter des horaires fixes de travail à la maison. On ne peut pas dire qu'il y ait une influence sur cette variable provenant des paramètres « niveau de l'élève », et « niveau de classe », ni du « type d'établissement ». Il faudra affiner la question à partir d'observations ou d'entretiens dans une approche qualitative.

3.7.1.3 S’avancer et planifier son travail

Nous portons notre intérêt sur l’item 19 qui concerne les devoirs maisons ou devoirs en temps libre. Selon les professeurs interrogés, les devoirs-maison sont donnés entre une semaine et un mois à l’avance.

Voici les deux questions de l’item 19.

- **Item 19a : En mathématiques, est-ce que tu t’avances pour les devoirs-maison. Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui**
- **Item 19b : As-tu de l’aide pour planifier tes devoirs. Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui**

La planification du temps d’étude est une organisation qui ne peut pas être fixée a priori. Elle ne peut se dérouler qu’au fur et à mesure. En effet, en premier lieu, les apprentissages peuvent parfois prendre plus de temps que prévu. L’étude d’une notion qui paraissait simple peut vite se complexifier et donc nécessiter plus de temps. De plus, le travail des devoirs de mathématiques n’engage qu’une matière parmi d’autres. La quantité et le temps passé sur les devoirs sont variables d’une semaine à l’autre, même si de plus en plus d’espaces numériques de travail et de cahiers de texte en ligne prévoient pour le professeur comme pour l’élève des possibilités d’inclure des temps d’étude approximatifs, ou d’avoir une vue sur l’intégralité des devoirs que l’élève doit accomplir pour une date spécifique. Les élèves doivent donc s’adapter. Cet ajustement n’est pas si simple. Aussi avons-nous demandé aux élèves de préciser s’ils bénéficiaient d’aide de la part de leurs parents ou d’autres aides à l’étude pour organiser une planification du temps, si planification il y a.

Les résultats sur la planification du temps lors du travail personnel

Pour les devoirs surveillés, les élèves révisaient majoritairement quelques jours auparavant, comme on l’a vu. Les résultats sont différents pour les devoirs à la maison. Globalement, les élèves sont nombreux à s’avancer dans les devoirs maison, puisqu’il s’agit d’environ 80 %. 20 % déclarent le faire à la dernière minute.

Quelle est la distribution en fonction du niveau de l’élève ?

Item 19a : **En mathématiques, est-ce que tu t'avances pour les devoirs-maison. Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui**

H_0 : Le fait de s'avancer dans son travail et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait de s'avancer et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_avance			
niveau(niveau)	situa5_avance(situa5_avance)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	25	147	172
	33.947	138.05	
	3.29	19.34	22.63
	14.53	85.47	
	16.67	24.10	
F	43	123	166
	32.763	133.24	
	5.66	16.18	21.84
	25.90	74.10	
	28.67	20.16	
M	46	191	237
	46.776	190.22	
	6.05	25.13	31.18
	19.41	80.59	
	30.67	31.31	
TB	36	149	185
	36.513	148.49	
	4.74	19.61	24.34
	19.46	80.54	
	24.00	24.43	
Total	150	610	760
	19.74	80.26	100.00
Fréquence manquante = 26			

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves faibles et moyens sont plus nombreux en proportion à ne pas s'avancer par rapport aux bons et très bons. Les très bons qui ne s'avancent pas sont au nombre de 24 %, les bons de 17 %, les moyens de 31 % et les faibles 29 %. La p-valeur obtenue par test du khi-deux renvoie une valeur de 0,07 donc supérieure à 0,05. On ne peut pas rejeter H_0.

Quels sont les élèves aidés dans cette planification ?

Item 19b : **As-tu de l'aide pour planifier tes devoirs ?**
Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui

H_0 : Le fait d'être aidé dans la planification dans son travail et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait d'être aidé dans la planification et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_planifie			
niveau(niveau)	situa5_planifie(situa5_planifie)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	113	59	172
	110.72	61.282	
	14.97	7.81	22.78
	65.70	34.30	
	23.25	21.93	
F	94	69	163
	104.92	58.075	
	12.45	9.14	21.59
	57.67	42.33	
	19.34	25.65	
M	141	93	234
	150.63	83.372	
	18.68	12.32	30.99
	60.26	39.74	
	29.01	34.57	
TB	138	48	186
	119.73	66.27	
	18.28	6.36	24.64
	74.19	25.81	
	28.40	17.84	
Total	486	269	755
	64.37	35.63	100.00
Fréquence manquante = 31			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	12.8766	0.0049
Test du rapport de vraisemblance	3	13.1819	0.0043
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.9335	0.0868
Coefficient Phi		0.1306	
Coefficient de contingence		0.1295	
V de Cramer		0.1306	

Interprétation des résultats statistiques

En ce qui concerne l'aide à la planification des devoirs, on trouve une p-value de 0,0049 inférieure à 0,05. On rejette H_0. Il y a donc une relation entre l'aide à la planification et le niveau de l'élève en mathématiques.

On remarque que les élèves moyens et les faibles représentent un effectif réel (93 et 69) supérieur à l'effectif théorique (83,372 et 58,075). On trouve des résultats inversés pour les bons et très bons. Ce sont donc les moyens et les faibles qui bénéficient le plus d'aide à la planification des devoirs de mathématiques.

On reprend ci-dessous les deux items « s'avancer » et « avoir une aide dans la gestion de cette avance », que l'on décline selon le paramètre « niveau de classe ».

Item 19a : **En mathématiques, est-ce que tu t'avances pour les devoirs-maison. Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui**

H_0 : Le fait de s'avancer dans son travail et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Le fait de s'avancer et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_avance			
classe	situa5_avance(situa5_avance)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	58 38.149 7.58 30.21 38.16	134 153.85 17.52 69.79 21.86	192 25.10
4eme	39 43.911 5.10 17.65 25.66	182 177.09 23.79 82.35 29.69	221 28.89
5eme	27 33.976 3.53 15.79 17.76	144 137.02 18.82 84.21 23.49	171 22.35
6eme	28 35.963 3.66 15.47 18.42	153 145.04 20.00 84.53 24.96	181 23.66
Total	152 19.87	613 80.13	765 100.00
Fréquence manquante = 21			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	17.5646	0.0005
Test du rapport de vraisemblance	3	16.5115	0.0009
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	12.2630	0.0005
Coefficient Phi		0.1515	
Coefficient de contingence		0.1498	
V de Cramer		0.1515	

Interprétation des résultats statistiques

Si on axe nos observations sur les niveaux de classe, la plupart des élèves s'avancent dans les devoirs à la maison. 70 % des élèves de troisième s'avancent dans les devoirs-maison, 82 % des quatrièmes, 84 % des cinquièmes et 84 %des sixièmes. Le constat que nous avons réalisé en ce qui concerne les devoirs surveillés est le même pour les devoirs à la maison. Le test d'indépendance du chi-deux avec une p-value de 0,0005 nous donne une relation forte entre le niveau de l'élève et le fait de commencer les devoirs maison en avance.

Pour ce qui est de la planification, on trouve la répartition suivante.

Item 19b : **As-tu de l'aide pour planifier tes devoirs ?**
Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui
H_0 : Le fait de s'avancer dans son travail et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Le fait de s'avancer et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_planifie			
classe	**situa5_planifie(situa5_planifie)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	139 122.89 18.29 72.77 28.43	52 68.107 6.84 27.23 19.19	191 25.13
4eme	145 140.91 19.08 66.21 29.65	74 78.091 9.74 33.79 27.31	219 28.82
5eme	109 110.03 14.34 63.74 22.29	62 60.975 8.16 36.26 22.88	171 22.50
6eme	96 115.17 12.63 53.63 19.63	83 63.828 10.92 46.37 30.63	179 23.55
Total	489 64.34	271 35.66	760 100.00
Fréquence manquante = 26			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	15.2303	0.0016
Test du rapport de vraisemblance	3	15.1786	0.0017
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	14.4409	0.0001
Coefficient Phi		0.1416	
Coefficient de contingence		0.1402	
V de Cramer		0.1416	

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves de troisième représentent des effectifs réels inférieurs à ceux attendus pour la réponse 1 : 134 pour un attendu de 153,85. Pour les autres niveaux, la tendance est inversée : 182 pour 177 en quatrième, 144 pour 137 en cinquième et 153 pour 145 en sixième. L'écart est d'autant plus grand en sixième et en cinquième. Autrement dit, les élèves de troisième représentent la catégorie d'élèves qui est la moins aidée dans la planification des devoirs, contrairement aux élèves de sixième et cinquième. Une hypothèse explicative peut être apportée à partir de la charge de travail plus importante à ce niveau, un certain nombre d'élèves de troisième se retrouvant, faute d'organisation, à travailler au dernier moment, « à flux tendu ». On retrouve, comme pour l'item précédent, une dépendance entre niveau de classe et aide à la planification. La p-valeur vaut 0,0016. Elle est donc bien inférieure à 0,05. La corrélation est forte. Les élèves de cinquième et de sixième sont ceux qui bénéficient le plus d'aide à la planification dans leurs devoirs contrairement aux élèves de quatrième et de troisième.

Intéressons-nous à l'influence éventuelle venue du type d'établissement.

Item 19a : **En mathématiques, est-ce que tu t'avances pour les devoirs-maison.**
Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui

H_0 : Le fait de s'avancer dans son travail et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Le fait de s'avancer et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_avance			
localisation	**situa5_avance(situa5_avance)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	30 24.241 3.92 24.59 19.74	92 97.759 12.03 75.41 15.01	122 15.95
rural	56 59.807 7.32 18.60 36.84	245 241.19 32.03 81.40 39.97	301 39.35
ville	66 67.953 8.63 19.30 43.42	276 274.05 36.08 80.70 45.02	342 44.71
Total	152 19.87	613 80.13	765 100.00
Fréquence manquante = 21			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	2.0801	0.3534
Test du rapport de vraisemblance	2	1.9954	0.3687
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.9311	0.3346
Coefficient Phi		0.0521	
Coefficient de contingence		0.0521	
V de Cramer		0.0521	

Interprétation des résultats statistiques

75 % des élèves REP, 81 % des élèves en zone rurale et 81 % des élèves de zone urbaine s'avancent dans le travail des devoirs à la maison. Avec une p-value de 0,3534 on peut dire que le fait de s'avancer est totalement indépendant du type d'établissement.

Cependant, on note une tendance non significative pour les REP : ils s'avancent moins que les autres.

Au niveau de la planification, on retrouve le même constat. On ne peut pas dire que le type d'établissement ait une d'influence. La p-valeur est de 0,5875.

On se penche désormais sur l'aide apportée aux élèves concernant la planification des devoirs, et cela selon le type d'établissement fréquenté. A-t-on une aide moins forte en zone REP ? Qu'en est-il en zone rurale ?

Item 19b : **As-tu de l'aide pour planifier tes devoirs ?**
Réponse codée 0 : non - Réponse codée 1 : oui
H_0 : Le fait d'être aidé dans la planification dans son travail et le type d'établissement sont indépendants.
H_1 : Le fait d'être aidé dans la planification et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_planifie			
localisation(localisation)	situa5_planifie(situa5_planifie)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	77	44	121
	77.854	43.146	
	10.13	5.79	15.92
	63.64	36.36	
	15.75	16.24	
rural	186	112	298
	191.74	106.26	
	24.47	14.74	39.21
	62.42	37.58	
	38.04	41.33	
ville	226	115	341
	219.41	121.59	
	29.74	15.13	44.87
	66.28	33.72	
	46.22	42.44	
Total	489	271	760
	64.34	35.66	100.00
Fréquence manquante = 26			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	1.0637	0.5875
Test du rapport de vraisemblance	2	1.0647	0.5872
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.6061	0.4363
Coefficient Phi		0.0374	
Coefficient de contingence		0.0374	
V de Cramer		0.0374	

Interprétation des résultats statistiques

36 % environ des élèves bénéficient d'aide pour planifier leurs devoirs scolaires en mathématiques. On trouve 34 % d'aide pour planifier les devoirs de mathématiques dans les établissements urbains, 38 % dans les zones rurales et 36 % en Rep. La p-valeur est de 0,5875. On ne rejette pas H_0 au seuil de 5 %. On ne peut pas dire que l'aide à la planification et le type d'établissement sont liés.

Bilan sur la planification du temps de travail personnel

En conclusion, 80 % des élèves s'avancent pour rechercher et réaliser leur devoir à la maison. Environ un tiers des élèves bénéficient d'aide dans la planification des devoirs. Les bons et très bons sont ceux qui s'avancent le plus, ainsi que les sixièmes et les cinquièmes. Ces deux niveaux de classe sont ceux qui profitent le plus d'accompagnement

dans la planification. On peut penser que les élèves de troisième et de quatrième, de par leur âge, aspirent à moins d'aide de la part de leurs parents et ont une charge plus importante de travail par rapport aux élèves de sixième et cinquième. Plus le niveau de classe augmente, moins les élèves s'avancent dans leurs devoirs-maison. De surcroît, moins aidés pour planifier, il est probable que les élèves moyens et faibles se retrouvent dépassés. On ne peut pas dire qu'il y ait une influence du paramètre « type d'établissement » sur la gestion du temps par les élèves.

3.7.1.4 Conclusion sur la gestion du temps lors du travail personnel

On peut regrouper les résultats de manière synthétique dans le tableau suivant.

Lien de dépendance ?		**Niveau de l'élève**	**Niveau de classe**	**Type d'établissement**
Habitudes temporelles		x	x	x
Planification	S'avance pour les révisions d'un futur contrôle	Oui p-valeur = 0,005	Oui p-valeur = 0,0012 taux plus fort en sixième et cinquième	x
	S'avance pour les devoirs maison	x	Oui p-valeur = 0,0005 taux plus fort en sixième et cinquième	x
Aide à la planification		Oui p-valeur = 0,0049 taux plus fort chez les faibles et les moyens	Oui P-valeur = 0,0016	x

Deux points sont à relever ici. Tout d'abord, on enquête sur les habitudes en termes de travail quotidien : le mercredi, le samedi après-midi, après le goûter, etc., puis la planification des devoirs et l'aide à cette planification. On constate que le type d'établissement n'a que peu d'effets sur la gestion du temps. Il est intéressant de constater que peu d'élèves ont des habitudes de travail qui impacte leur gestion du temps :

seulement 28 % des élèves déclarent en avoir. Les élèves ne devant pas affronter quotidiennement la même charge de travail, ils s'adaptent au jour le jour. On ne peut pas dire que ces habitudes dépendent du niveau de l'élève en mathématiques, ni du type d'établissement et enfin ni non plus de leur âge. En ce qui concerne la planification, on remarque un contraste fort entre les pratiques liées au devoir à la maison et celles portant sur la révision des contrôles. Un élève sur cinq s'avance dans la recherche d'un devoir à la maison alors que 11 % seulement des élèves commencent à réviser une semaine auparavant un devoir surveillé. La grande majorité, 58 %, le font quelques jours auparavant. Le statut attribué à ces deux devoirs n'est pas le même. Le devoir à la maison est attaché à l'image d'un devoir plus difficile, nécessitant une plus grande réflexion, voire davantage de rédaction, impliquant ainsi un temps de travail plus long. Les élèves de sixième et de cinquième s'avancent le plus sur les devoirs à la maison et les élèves de troisième le moins. On peut donc s'étonner sur le « manque de méthodes » des élèves à l'entrée en sixième tel que le déclaraient les professeurs. Les élèves des zones REP s'avancent moins dans leur travail que les autres. L'aide à la planification est pourtant identique entre les différents types d'établissements.

3.7.2 Techniques d'étude pour réviser un devoir surveillé

Dans le paragraphe suivant, on s'attache à cerner les techniques d'étude des élèves en ce qui concerne les devoirs surveillés. On examine cette variable au regard de trois paramètres : le niveau de l'élève, le niveau de classe, le type d'établissement. On observe les techniques d'étude liées :

- Aux révisions des notions des années précédentes
- A la leçon
- Aux exercices

L'item 16 du questionnaire est composé de plusieurs questions que nous analysons dans la suite.

3.7.2.1 Techniques liées aux révisions des années précédentes

Dans cette partie, on identifie si lors de leurs révisions, les élèves parviennent à déterminer la frontière entre le nouveau et l'ancien. Cet aspect les amène-t-il à s'engager dans une consultation des cahiers des années passées ou encore dans un travail transitionnel ? Une mise en garde semble nécessaire. Pour certains élèves, la remise à niveau a pu être détectée bien en amont et on a pu y pallier. De plus, la remise à niveau peut avoir été traitée par le professeur à la suite d'un test d'entrée ; bien que cette situation soit peu probable, on ne peut l'écarter.

Item 16 : Pour réviser un contrôle de mathématiques tu revois des notions des années précédentes.
Réponse codée 0 : Non – Réponse codée 1 : Oui.

Les résultats sur les techniques pour réviser un devoir surveillé liées aux années précédentes

Un grand nombre d'élèves ne cherchent pas à retravailler des organisations mathématiques étudiées précédemment. Environ 86 % des élèves ne révisent pas des notions étudiées lors des années antérieures.

Qu'en est-il de la répartition en fonction des trois paramètres cités précédemment ?

On commence par la distribution en fonction du niveau de l'élève en mathématiques.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu revois des notions des années précédentes.**

Réponse codée 0 : Non – Réponse codée 1 : Oui.

H_0 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par revisions_passe			
niveau	**revisions_passe(revisions_passe)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
B	154 151.73 20.08 88.00 23.16	21 23.272 2.74 12.00 20.59	175 22.82
F	147 144.79 19.17 88.02 22.11	20 22.209 2.61 11.98 19.61	167 21.77
M	210 207.22 27.38 87.87 31.58	29 31.784 3.78 12.13 28.43	239 31.16
TB	154 161.26 20.08 82.80 23.16	32 24.735 4.17 17.20 31.37	186 24.25
Total	665 86.70	102 13.30	767 100.00
Fréquence manquante = 19			

Interprétation des résultats statistiques

Commençons par étudier la répartition en fonction du niveau de l'élève. Une proportion plus importante de très bons élèves (17 %) revoit les notions passées. Cependant on ne peut pas affirmer que le fait de réviser les leçons antérieures soit lié au niveau de l'élève. La p-valeur est de 0,5345 donc bien supérieure à 0,05.

On poursuit l'étude de la révision des notions antérieures en fonction du niveau de classe.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu revois des notions des années précédentes.**

Réponse codée 0 : Non – Réponse codée 1 : Oui.

H_0 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par revisions_passe			
classe(classe)	**revisions_passe(revisions_passe)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	156	36	192
	166.38	25.617	
	20.21	4.66	24.87
	81.25	18.75	
	23.32	34.95	
4eme	205	18	223
	193.25	29.753	
	26.55	2.33	28.89
	91.93	8.07	
	30.64	17.48	
5eme	153	17	170
	147.32	22.681	
	19.82	2.20	22.02
	90.00	10.00	
	22.87	16.50	
6eme	155	32	187
	162.05	24.949	
	20.08	4.15	24.22
	82.89	17.11	
	23.17	31.07	
Total	669	103	772
	86.66	13.34	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	14.1553	0.0027
Test du rapport de vraisemblance	3	14.4240	0.0024
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0351	0.8514
Coefficient Phi		0.1354	
Coefficient de contingence		0.1342	
V de Cramer		0.1354	

Interprétation des résultats statistiques

Le niveau de classe a-t-il une influence sur les révisions des élèves sur les années antérieures ?

On observe dans notre échantillon la répartition suivante : 19 % des élèves de quatrième révisent les notions passées, 8 % en quatrième, 10 % en cinquième et 17 % en sixième. Cette inégalité dans la répartition est confirmée par une p-value de 0,0027. Ce sont les élèves de sixième et de troisième qui révisent le plus les cahiers des années antérieures. On peut expliquer ce phénomène par la constitution des programmes. En sixième, le taux est plus fort puisque les apprentissages de sixième reposent en grand nombre sur des notions venues de l'école primaire. Peu de types de tâches sont nouveaux. En troisième on peut aisément penser que les professeurs ne reprennent pas dans la leçon certaines notions, comme le théorème de Pythagore, ou encore les calculs de fractions qui sont vues en classe de quatrième. Les élèves seraient donc plus enclins à aller rechercher des théorèmes ou des techniques apprises antérieurement dans l'objectif du brevet.

Dans les classes de cinquième et de quatrième les programmes laissent plus de place à des notions nouvelles.

Qu'en est-il de la répartition en fonction du type d'établissement ?

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu revois des notions des années précédentes.**

Réponse codée 0 : Non – Réponse codée 1 : Oui.

H_0 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Le fait de réviser les leçons des années antérieures et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par revisions_passe			
localisation	**revisions_passe(revisions_passe)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	108	17	125
	108.32	16.677	
	13.99	2.20	16.19
	86.40	13.60	
	16.14	16.50	
rural	250	53	303
	262.57	40.426	
	32.38	6.87	39.25
	82.51	17.49	
	37.37	51.46	
ville	311	33	344
	298.1	45.896	
	40.28	4.27	44.56
	90.41	9.59	
	46.49	32.04	
Total	669	103	772
	86.66	13.34	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	8.7018	0.0129
Test du rapport de vraisemblance	2	8.7486	0.0126
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.7097	0.0541
Coefficient Phi		0.1062	
Coefficient de contingence		0.1056	
V de Cramer		0.1062	

Interprétation des résultats statistiques

14 % des élèves en zone REP relisent des notions vues les années précédentes, 18 % en zone rurale et 10 % en centre –ville.

On remarque un fort contraste entre les trois catégories d'établissement. Cette différence est significative puisque le test du khi-deux nous renvoie une p-value de 0,0129 bien inférieure au seuil des 5 %. Nous n'avons pas d'hypothèse explicative à ce taux fort en zone rurale. L'enquête de nature qualitative nous apportera peut-être des réponses.

Bilan sur les techniques pour réviser un devoir surveillé liées aux années précédentes

En conclusion, si l'objectif de notre enquête est de répertorier ce que les élèves font pour étudier, il nous semble tout aussi important de relever ce qu'ils ne font pas. La technique qui consiste à réviser les notions antérieures lors des révisions des devoirs surveillés est réalisée par peu d'élèves, environ 14 % seulement.

Ce geste se retrouve surtout chez les bons et les très bons élèves qui la pratiquent, respectivement à hauteur de 23 % et 25 %, contre 12 % chez les élèves moyens et faibles. Cependant cette différence n'est pas significative au regard du test du Khi deux. On peut tout de même relier ce point à l'usage du cahier des années passées chez les très bons élèves. Dans le paragraphe 3.6.3 nous avions remarqué que les très bons élèves recherchent des continuités dans les apprentissages et retravaillent les praxéologies précédemment étudiées, cela de manière statistiquement significative. Ce qu'il se passe dans le travail quotidien se poursuit dans les révisons des contrôles.

Pour ce qui concerne l'âge, une relation de dépendance entre ce paramètre et le niveau de classe se détache assez clairement. Ce sont les élèves de troisième et de sixième qui révisent le plus ce qui a été étudié auparavant. Au niveau du type d'établissement les zones rurales se démarquent par leur fort taux de révisions des notions passées, avec une p-valeur de 0,0129.

On peut synthétiser les liens de dépendance trouvés sous la forme d'un tableau.

Lien de dépendance ?	**Niveau de l'élève**	**Niveau de classe**	**Type d'établissement**
Réviser les notions antérieures	x Taux plus fort chez les bons et très bons	Oui p-valeur = 0,0027 taux plus fort en sixième et en troisième	Oui p-valeur = 0,0129 taux moins fort en REP et ville

3.7.2.2 Techniques liées à la leçon

Dans ce paragraphe, on étudie les résultats statistiques reliés à l'item suivant.

Item 16 : Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis la leçon :
Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui.

Les résultats sur les techniques pour réviser un devoir surveillé liées à la leçon

La quasi-totalité des élèves, 95 % du panel, déclarent relire la leçon pour réviser un devoir surveillé. Cette pratique est donc extrêmement répandue. Le cahier de leçon est perçu comme étant une référence. Quelle est la répartition en termes de niveaux de l'élève en mathématiques ?

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis la leçon :**
Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Relire la leçon pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Relire la leçon et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par relis_lecon			
niveau	relis_lecon(relis_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	13	162	175
	9.3424	165.66	
	1.69	21.09	22.79
	7.43	92.57	
	31.71	22.28	
F	12	156	168
	8.9688	159.03	
	1.56	20.31	21.88
	7.14	92.86	
	29.27	21.46	
M	8	231	239
	12.759	226.24	
	1.04	30.08	31.12
	3.35	96.65	
	19.51	31.77	
TB	8	178	186
	9.9297	176.07	
	1.04	23.18	24.22
	4.30	95.70	
	19.51	24.48	
Total	41	727	768
	5.34	94.66	100.00
Fréquence manquante = 18			

Interprétation des résultats statistiques

Dans le tableau de contingence, on trouve que 96 % des très bons élèves lisent la leçon, 92 % des bons élèves, 97 % des moyens et 93 %des faibles. Ce ne sont pas forcément les faibles qui ne relisent pas la leçon. Il n'y a pas de différence significative entre la répartition par niveau et la répartition théorique. La p-valeur est de 0,1818 (supérieure à 0,05). On ne rejette pas H0. On ne peut pas dire que relire sa leçon et le niveau de l'élève soient liés. Toutes les catégories de niveaux d'élèves sont impactées de la même manière. On peut donc démentir le fait que les élèves faibles ne travaillent pas.

Rappelons que dans le paragraphe 3.6.3 nous avions constaté que les élèves bons et très bons vont plutôt rechercher des éléments du bloc technologique alors que les élèves faibles et moyens recherchent plutôt des éléments appartenant au bloc pratico-technique : des types de tâches et des techniques.

Quels sont les résultats concernant la répartition en classe d'âge ?

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis la leçon :**
Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Relire la leçon pour réviser et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Relire la leçon et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par relis_lecon			
classe	relis_lecon(relis_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	16	177	193
	10.486	182.51	
	2.07	22.90	24.97
	8.29	91.71	
	38.10	24.21	
4eme	9	214	223
	12.116	210.88	
	1.16	27.68	28.85
	4.04	95.96	
	21.43	29.27	
5eme	8	163	171
	9.2911	161.71	
	1.03	21.09	22.12
	4.68	95.32	
	19.05	22.30	
6eme	9	177	186
	10.106	175.89	
	1.16	22.90	24.06
	4.84	95.16	
	21.43	24.21	
Total	42	731	773
	5.43	94.57	100.00
Fréquence manquante = 13			

Interprétation des résultats statistiques

92 % des élèves de troisième relisent la leçon, 96 % en quatrième, 95 % en cinquième, et 95 % en sixième. Le niveau de classe n'intervient pas dans la répartition. La p-valeur est égale à 0,2376. Elle est donc supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas conclure à la liaison de la variable « relire le leçon » pour réviser et le niveau de classe.

Qu'en est-il de la répartition selon le type d'établissement ?

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis la leçon :**
Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Relire la leçon pour réviser et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Relire la leçon et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par relis_lecon			
localisation	relis_lecon(relis_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	9	115	124
	6.7374	117.26	
	1.16	14.88	16.04
	7.26	92.74	
	21.43	15.73	
rural	12	292	304
	16.517	287.48	
	1.55	37.77	39.33
	3.95	96.05	
	28.57	39.95	
ville	21	324	345
	18.745	326.25	
	2.72	41.91	44.63
	6.09	93.91	
	50.00	44.32	
Total	42	731	773
	5.43	94.57	100.00
Fréquence manquante = 13			

Interprétation des résultats statistiques

93 % des élèves de REP, 96 % des élèves de zone rurale et 94 % des élèves d'établissement de centre-ville relisent la leçon. La p-valeur de 0,3017 ne nous permet pas de dire qu'il y a une association entre la lecture de la leçon pour réviser et le type d'établissement.

Bilan sur les techniques pour réviser un devoir surveillé liées à la leçon

En conclusion, la lecture de la leçon pour réviser un contrôle de mathématiques est une technique qui concerne la quasi-totalité des élèves (95 %). Ce phénomène général permet de mettre en évidence la perception de la leçon par les élèves comme étant un écrit de référence. Les élèves révisent donc en prenant comme support principal, la leçon qui est le reflet des résultats mathématiques qu'il faut retenir. Nous n'avons pas pu établir de lien de dépendance entre la lecture de la leçon et les trois paramètres étudiés :

- Le niveau de l'élève
- Le niveau de classe
- Le type d'établissement.

La leçon constitue donc la mémoire du travail de la classe et le lieu de synthèse des objets de savoirs à étudier quel que soient les élèves.

3.7.2.3 Techniques liées aux exercices

Nous avons organisé l'analyse des techniques d'étude liées aux exercices selon plusieurs axes. Le premier consiste à répertorier les élèves qui cherchent à effectuer des exercices supplémentaires par rapport à ce qui est déjà réalisé dans le système didactique principal. Dans le deuxième axe, on met en parallèle les techniques « lire » et « faire » des exercices. Le troisième axe consiste à examiner si les élèves sélectionnent une partie des exercices ou refont systématiquement tout ce qui provient de la classe. Lors du quatrième axe, au-delà du simple exercice, on situe les élèves qui repèrent des types de tâches, et des techniques associées à ces types de tâches.

Les résultats sur les techniques pour réviser un devoir surveillé liées aux exercices

Notre attention se porte sur l'item suivant relatif aux exercices complétant ceux de la classe :

Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques. Fais-tu des exercices supplémentaires ?
Réponse Non codée 0 - Réponse Oui codée 1

Environ 37 % des élèves de notre échantillon s'engagent dans des exercices supplémentaires, ce qui constitue une part non négligeable du panel. Cette répartition dépend-elle du niveau de l'élève en mathématiques ? Le tableau de contingence suivant nous permet de répondre.

Item : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques. Fais-tu des exercices supplémentaires ?

Réponse Non : code 0 - Réponse Oui : code 1

H_0 : Faire des exercices supplémentaires pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Faire des exercices supplémentaires et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par revision_exosup			
niveau	**revision_exosup(revision_exosup)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
B	109	64	173
	109.26	63.737	
	14.34	8.42	22.76
	63.01	36.99	
	22.71	22.86	
F	114	52	166
	104.84	61.158	
	15.00	6.84	21.84
	68.67	31.33	
	23.75	18.57	
M	151	84	235
	148.42	86.579	
	19.87	11.05	30.92
	64.26	35.74	
	31.46	30.00	
TB	106	80	186
	117.47	68.526	
	13.95	10.53	24.47
	56.99	43.01	
	22.08	28.57	
Total	480	280	760
	63.16	36.84	100.00
Fréquence manquante = 26			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.3363	0.1488
Test du rapport de vraisemblance	3	5.3279	0.1493
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.9188	0.1660
Coefficient Phi		0.0838	
Coefficient de contingence		0.0835	
V de Cramer		0.0838	

Interprétation des résultats statistiques

29 % des très bons, 37 % des bons, 36 % des moyens et 31 % des faibles sont concernés. Ces écarts ne sont pas significatifs à la lecture de la p-value de 0,1488 (0,1488 > 5 %). Autrement dit, on ne peut pas dire que le fait de faire des exercices supplémentaires et le niveau de l'élève en mathématiques sont liés.

On poursuit l'étude en observant la répartition en fonction du niveau de classe.

Item : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques. Fais-tu des exercices supplémentaires ?
Réponse Non : code 0 - Réponse Oui : code 1

H_0 : Faire des exercices supplémentaires pour réviser et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Faire des exercices supplémentaires et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par revision_exosup			
classe	revision_exosup(revision_exosup)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	142	48	190
	119.87	70.131	
	18.59	6.28	24.87
	74.74	25.26	
	29.46	17.02	
4eme	138	84	222
	140.06	81.942	
	18.06	10.99	29.06
	62.16	37.84	
	28.63	29.79	
5eme	100	70	170
	107.25	62.749	
	13.09	9.16	22.25
	58.82	41.18	
	20.75	24.82	
6eme	102	80	182
	114.82	67.178	
	13.35	10.47	23.82
	56.04	43.96	
	21.16	28.37	
Total	482	282	764
	63.09	36.91	100.00
Fréquence manquante = 22			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Kh0i-2	3	16.3589	0.0010
Test du rapport de vraisemblance	3	16.9016	0.0007
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	13.9164	0.0002
Coefficient Phi		0.1463	
Coefficient de contingence		0.1448	
V de Cramer		0.1463	

Interprétation des résultats statistiques

Par contre, le tableau de contingence croisant le niveau de classe et cet item nous montre une association. Le niveau de classe intervient sur le fait de faire des exercices en supplément. La p-value d'un millième est bien inférieure à 0,05. Cela concerne 25 % des élèves de troisième, 38 % des quatrièmes, 41 % des cinquièmes et 44 % des sixièmes. Par rapport aux attendus théoriques, les effectifs réels en troisième (48) sont moins élevés (70 théorique). Inversement les effectifs observés sont plus grands que les attendus en quatrième, cinquième et sixième. L'écart est d'autant plus grand quand on descend dans les niveaux. Un écart de 2 en quatrième, de 7 en cinquième et de 13 en sixième. Ce sont donc les élèves de sixième qui sont le plus touchés par le fait de réaliser des exercices supplémentaires pour réviser un contrôle.

Les professeurs qui jugeaient que leurs élèves de sixième manquaient de méthodes de travail énoncent un fait subjectif infondé lorsqu'on le rapporte à la réalité observée. Les tables statistiques nous prouvent que les élèves de sixième sont ceux qui avancent le plus leur travail pour ce qui concerne les devoirs à la maison et qui réalisent des exercices supplémentaires pour les contrôles.

On se penche désormais sur la distribution des élèves qui font des exercices supplémentaires en vue de se préparer à un contrôle en fonction de la catégorie de l'établissement.

Item : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques. Fais-tu des exercices supplémentaires ?
Réponse Non : code 0 - Réponse Oui : code 1

H_0 : Faire des exercices supplémentaires pour réviser et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Faire des exercices supplémentaires et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par revision_exosup			
localisation	revision_exosup(revision_exosup)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	83	37	120
	75.707	44.293	
	10.86	4.84	15.71
	69.17	30.83	
	17.22	13.12	
rural	168	133	301
	189.9	111.1	
	21.99	17.41	39.40
	55.81	44.19	
	34.85	47.16	
ville	231	112	343
	216.4	126.6	
	30.24	14.66	44.90
	67.35	32.65	
	47.93	39.72	
Total	482	282	764
	63.09	36.91	100.00
Fréquence manquante = 22			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	11.4151	0.0033
Test du rapport de vraisemblance	2	11.3573	0.0034
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.5762	0.4478
Coefficient Phi		0.1222	
Coefficient de contingence		0.1213	
V de Cramer		0.1222	

Interprétation des résultats statistiques

Le type d'établissement est relié avec le fait que les élèves fassent des exercices supplémentaires. La p-value qui vaut 0,0033 est bien inférieure à 0,05. Les zones rurales se démarquent par leur taux fort 44 % alors que les élèves de REP et de centre-ville ne présentent que 31 % et 33 % d'élèves révisant à partir des exercices supplémentaires.

On peut donc conclure qu'environ un tiers des élèves font des exercices en supplément. Cette technique d'étude ne dépend pas du niveau de l'élève en mathématiques. Ce sont les élèves de sixièmes, puis ceux de cinquième puis enfin les quatrièmes qui en font le plus. Les élèves des zones rurales se démarquent par la pratique d'exercices supplémentaires par rapport aux zones urbaines et REP.

Nous allons maintenant traiter les réponses obtenues aux questions suivantes :

Item 16 : pour réviser un contrôle de mathématiques, tu
-Relis tous les exercices -Oui : code 1- non : code 0
-Refais tous les exercices, cahier fermé oui : code 1 – non : code 0

On notera que dans cet item, il s'agit bien de relire ou de refaire l'intégralité des exercices faits en classe sans une sélection préalable. 31 % des élèves déclarent relire tous les exercices faits en classe et 10 % les refont entièrement.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis/refais tous les exercices.**

Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Relire/refaire tous les exercices pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Relire/refaire tous les exercices et le niveau de l'élève sont liés.

Relire

Table de niveau par relis_exos			
niveau	relis_exos(relis_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	124 120.53 16.15 71.26 23.31	50 53.469 6.51 28.74 21.19	174 22.66
F	109 116.38 14.19 64.88 20.49	59 51.625 7.68 35.12 25.00	168 21.88
M	159 165.56 20.70 66.53 29.89	80 73.443 10.42 33.47 33.90	239 31.12
TB	140 129.54 18.23 74.87 26.32	47 57.464 6.12 25.13 19.92	187 24.35
Total	532 69.27	236 30.73	768 100.00
Fréquence manquante = 18			

La pratique est plus répandue chez les moyens (33 %) et les faibles (35 %). Les bons réalisent un total de 29 % et les très bons de 25 %. Plus le niveau de l'élève en mathématiques est élevé, moins cette technique est présente. La différence est non significative, puisque le test du chi-deux donne une p-value à 0,1422, supérieure au seuil des 5 %. On verra par la suite que les bons élèves ne refont pas tous les exercices mais qu'ils en choisissent certains.

Refaire

Table de niveau par refais_exos			
niveau(niveau)	refais_exos(refais_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	155 157.25 20.16 88.57 22.43	20 17.75 2.60 11.43 25.64	175 22.76
F	146 150.96 18.99 86.90 21.13	22 17.04 2.86 13.10 28.21	168 21.85
M	213 214.76 27.70 89.12 30.82	26 24.242 3.38 10.88 33.33	239 31.08
TB	177 168.03 23.02 94.65 25.62	10 18.967 1.30 5.35 12.82	187 24.32
Total	691 89.86	78 10.14	769 100.00
Fréquence manquante = 17			

De la même manière, plus les élèves sont bons en mathématiques, plus le pourcentage d'élèves qui refont tous les exercices diminue. 5 % pour les très bons, 11 % pour les bons, 11 % pour les moyens et 13 % pour les faibles. Ce ne sont pas les élèves faibles qui en font le moins.

On observe la distribution en fonction du niveau de classe.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis/refais tous les exercices**

Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Refaire/relire tous les exercices pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Refaire/relire tous les exercices et le niveau de classe sont liés.

Relire

Table de classe par relis_exos			
classe(classe)	relis_exos(relis_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	132	61	193
	133.08	59.922	
	17.08	7.89	24.97
	68.39	31.61	
	24.77	25.42	
4eme	154	69	223
	153.76	69.237	
	19.92	8.93	28.85
	69.06	30.94	
	28.89	28.75	
5eme	116	55	171
	117.91	53.092	
	15.01	7.12	22.12
	67.84	32.16	
	21.76	22.92	
6eme	131	55	186
	128.25	57.749	
	16.95	7.12	24.06
	70.43	29.57	
	24.58	22.92	
Total	533	240	773
	68.95	31.05	100.00
Fréquence manquante = 13			

Refaire

Table de classe par refais_exos			
classe	refais_exos(refais_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	176	17	193
	173.3	19.699	
	22.74	2.20	24.94
	91.19	8.81	
	25.32	21.52	
4eme	202	21	223
	200.24	22.761	
	26.10	2.71	28.81
	90.58	9.42	
	29.06	26.58	
5eme	152	19	171
	153.55	17.453	
	19.64	2.45	22.09
	88.89	11.11	
	21.87	24.05	
6eme	165	22	187
	167.91	19.087	
	21.32	2.84	24.16
	88.24	11.76	
	23.74	27.85	
Total	695	79	774
	89.79	10.21	100.00

Pour les niveaux de classe le tableau de contingence est quasiment identique au tableau des attendus théoriques. On obtient une p-value à 0,95 proche de 1. Les niveaux de classe et le fait de relire tous les exercices sont indépendants.

On trouve le même résultat pour l'item « refaire tous les exercices » que la relecture. Le fait de relire ou de refaire ne semble pas avoir d'influence dans leurs réponses.

On remarque que les élèves de collège s'engagent plutôt dans des pratiques de lecture au détriment des pratiques écrites qui consisteraient à refaire les exercices. La révision d'exercices s'apparente donc en collège davantage à des remises en mémoire à partir de relectures qu'à une authentique reprise du travail de la technique et de l'organisation

mathématique, qui suppose de se confronter à de nouveaux exercices et problèmes. On s'intéresse désormais aux deux mêmes items selon le type d'établissement.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis/refais tous les exercices.**

Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui

H_0 : Relire/refaire tous les exercices pour réviser et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Relire /refaire tous les exercices et le type d'établissement sont liés.

Relire

Table de localisation par relis_exos			
localisation	relis_exos(relis_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	77	47	124
	85.501	38.499	
	9.96	6.08	16.04
	62.10	37.90	
	14.45	19.58	
rural	212	92	304
	209.61	94.386	
	27.43	11.90	39.33
	69.74	30.26	
	39.77	38.33	
ville	244	101	345
	237.88	107.12	
	31.57	13.07	44.63
	70.72	29.28	
	45.78	42.08	
Total	533	240	773
	68.95	31.05	100.00
Fréquence manquante = 13			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	3.3158	0.1905
Test du rapport de vraisemblance	2	3.2266	0.1992
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.4557	0.1171
Coefficient Phi		0.0655	
Coefficient de contingence		0.0654	
V de Cramer		0.0655	

On trouve 29 % des élèves de ville, 30 % en zone rurale et 38 % en REP qui relisent les exercices. La proportion est plus forte en REP. La p-value est de 0,19

Refaire

Table de localisation par refais_exos			
localisation(localisation)	refais_exos(refais_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	105	20	125
	112.24	12.758	
	13.57	2.58	16.15
	84.00	16.00	
	15.11	25.32	
rural	276	28	304
	272.97	31.028	
	35.66	3.62	39.28
	90.79	9.21	
	39.71	35.44	
ville	314	31	345
	309.79	35.213	
	40.57	4.01	44.57
	91.01	8.99	
	45.18	39.24	
Total	695	79	774
	89.79	10.21	100.00
Fréquence manquante = 12			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	5.4681	0.0650
Test du rapport de vraisemblance	2	4.8978	0.0864
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.5090	0.0610
Coefficient Phi		0.0841	
Coefficient de contingence		0.0838	
V de Cramer		0.0841	

On note cependant plus d'élèves en REP qui refont tous les exercices par rapport aux attendus théoriques. Les zones rurales donnent des valeurs théoriques et réelles quasiment identiques alors qu'en ville les effectifs sont moindres.

Lors d'une première étape, nous avons analysé les techniques liées au fait de relire ou de refaire **tous** les exercices. Lors de cette deuxième analyse, on focalise notre attention sur les élèves qui relisent ou refont des exercices mais pas dans leur intégralité. Ils sélectionnent ceux qui leur paraissent importants.

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu relis les exercices importants.
Réponse Oui : code 1- Réponse non : code 0
Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu refais les exercices importants, cahier fermé. Réponse Oui : code 1- Réponse non : code 0
Dans cette situation, 72 % des élèves déclarent relire les exercices qu'ils jugent importants. On trouve la répartition suivante en l'indexant sur le niveau des élèves.

très bons	bons	moyens	faibles
74 %	73 %	72 %	68 %

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis/refais les exercices importants. Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui**

H_0 : Relire/refaire les exercices pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Relire/refaire les exercices et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence pour relire les exercices importants

Table de niveau par relis_exosimp			
niveau	relis_exosimp(relis_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	48	127	175
	49.61	125.39	
	6.24	16.51	22.76
	27.43	72.57	
	22.02	23.05	
F	54	114	168
	47.625	120.37	
	7.02	14.82	21.85
	32.14	67.86	
	24.77	20.69	
M	68	171	239
	67.753	171.25	
	8.84	22.24	31.08
	28.45	71.55	
	31.19	31.03	
TB	48	139	187
	53.012	133.99	
	6.24	18.08	24.32
	25.67	74.33	
	22.02	25.23	
Total	218	551	769
	28.35	71.65	100.00
Fréquence manquante = 17			

Les attendus théoriques pour la catégorie « très bons » sont plus faibles que les effectifs réels. La p-value est de 0,58 donc supérieure à 0,05. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que « relire les exercices importants » et le niveau de l'élève soient liés.

Tableau pour refaire les exercices importants

Table de niveau par refais_exosimp			
niveau(niveau)	refais_exosimp(refais_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	117	58	175
	116.82	58.181	
	15.25	7.56	22.82
	66.86	33.14	
	22.85	22.75	
F	121	46	167
	111.48	55.522	
	15.78	6.00	21.77
	72.46	27.54	
	23.63	18.04	
M	161	77	238
	158.87	79.126	
	20.99	10.04	31.03
	67.65	32.35	
	31.45	30.20	
TB	113	74	187
	124.83	62.171	
	14.73	9.65	24.38
	60.43	39.57	
	22.07	29.02	
Total	512	255	767
	66.75	33.25	100.00
Fréquence manquante = 19			

Les attendus théoriques et réels sont identiques chez les bons et les moyens. Il est intéressant de trouver des écarts chez les très bons et les faibles. Les faibles sont moins nombreux que l'attendu alors que les très bons présentent un effectif observé plus grand. Ils représentent 39 %. Chez les bons, on trouve 33 % qui refont les exercices importants, pour les moyens 32 % et les faibles 28 %.

Plus le niveau des élèves tend à aller vers le bon, plus le pourcentage des élèves qui disent refaire les exercices qu'ils jugent importants est élevé. Les attendus théoriques sont quasiment identiques chez les bons et moyens. Par contre ils sont situés au-dessus pour les faibles et les très bons. Qu'en est-il selon le niveau de classe et non selon le niveau des élèves ?

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis(refais) les exercices importants. Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui**

H_0 : Relire (refaire) les exercices pour réviser et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Relire (refaire) les exercices et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence pour relire les exercices importants

Table de classe par relis_exosimp			
classe	relis_exosimp(relis_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	49	144	193
	55.107	137.89	
	6.33	18.60	24.94
	25.39	74.61	
	22.17	26.04	
4eme	62	161	223
	63.673	159.33	
	8.01	20.80	28.81
	27.80	72.20	
	28.05	29.11	
5eme	50	121	171
	48.826	122.17	
	6.46	15.63	22.09
	29.24	70.76	
	22.62	21.88	
6eme	60	127	187
	53.394	133.61	
	7.75	16.41	24.16
	32.09	67.91	
	27.15	22.97	
Total	221	553	774
	28.55	71.45	100.00
Fréquence manquante = 12			

Les élèves de troisième se démarquent par la pratique « relire des exercices importants ». 75 % des élèves de troisième relisent les exercices importants. Pour les élèves de quatrième, on obtient 72 %, en cinquième 71 % et en sixième 71 %. Plus on s'élève dans les niveaux plus le pourcentage d'élèves qui relisent les exercices importants est haut. Les différences sont cependant non significatives, la p-valeur égale à 0,53 est supérieure à 0,05.

Tableau de contingence pour refaire les exercices importants

Table de classe par refais_exosimp			
classe	refais_exosimp(refais_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	131	62	193
	129	64	
	16.97	8.03	25.00
	67.88	32.12	
	25.39	24.22	
4eme	142	81	223
	149.05	73.948	
	18.39	10.49	28.89
	63.68	36.32	
	27.52	31.64	
5eme	116	55	171
	114.3	56.705	
	15.03	7.12	22.15
	67.84	32.16	
	22.48	21.48	
6eme	127	58	185
	123.65	61.347	
	16.45	7.51	23.96
	68.65	31.35	
	24.61	22.66	
Total	516	256	772
	66.84	33.16	100.00
Fréquence manquante = 14			

On constate une participation de 32 % des troisièmes à l'item « refaire les exercices importants », 36 % pour les quatrièmes, 32 % pour les cinquièmes et 31 % pour les sixièmes. Il y a indépendance entre le niveau de classe et le fait de refaire les exercices importants (test égal à 0,694).

On peut penser que les élèves de troisième sont plus orientés vers une certaine pratique effective des mathématiques et non vers un simple apprentissage de leçons, comme c'est le cas en sixième.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu relis (refais) les exercices importants. Réponse 0 : Non – Réponse 1 : Oui**

H_0 : Relire (refaire) les exercices pour réviser et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Relire (refaire) les exercices et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence pour relire les exercices importants

Table de localisation par relis_exosimp			
localisation	relis_exosimp(relis_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	38 35.691 4.91 30.40 17.19	87 89.309 11.24 69.60 15.73	125 16.15
rural	80 86.801 10.34 26.32 36.20	224 217.2 28.94 73.68 40.51	304 39.28
ville	103 98.508 13.31 29.86 46.61	242 246.49 31.27 70.14 43.76	345 44.57
Total	221 28.55	553 71.45	774 100.00
Fréquence manquante = 12			

Les pourcentages dans chaque type d'établissement sont d'environ 70 %. La p-value de 0,5375 est supérieure à 0,05 donc on ne rejette pas H_0.

Tableau de contingence pour refaire les exercices importants

Table de localisation par refais_exosimp			
localisation	refais_exosimp(refais_exosimp)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	89 82.881 11.53 71.77 17.25	35 41.119 4.53 28.23 13.67	124 16.06
rural	190 202.52 24.61 62.71 36.82	113 100.48 14.64 37.29 44.14	303 39.25
ville	237 230.6 30.70 68.70 45.93	108 114.4 13.99 31.30 42.19	345 44.69
Total	516 66.84	256 33.16	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

On trouve des résultats similaires pour l'item « refaire les exercices importants ». La p-value vaut 0,1204. Les deux variables ne sont pas forcément liées.

On s'intéresse maintenant au fait de dégager au sein des exercices des types de tâches, voir les problèmes comme les représentants de famille de problèmes.

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu essaies de repérer des points communs entre les exercices. Réponse non : code 0 - Réponse oui : code 1

34 % des élèves essaient de trouver des points communs dans les exercices. Cet item ne dépend pas du niveau de l'élève en mathématiques (p-valeur à 0,80).

Le niveau de classe n'intervient pas dans la répartition liée à l'item « trouver des points communs aux exercices lors des révisions d'un contrôle » (p-valeur de 0,91). Pour les types d'établissement, on ne trouve pas de différence avec la répartition dans la population totale (p-value à 0,8646). On s'interroge désormais sur l'item suivant :

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu essaies de trouver une méthode générale pour les exercices. Réponse non : code 0 - Réponse oui : code 1

On s'interroge dans ce paragraphe sur la généralisation des exercices. Les élèves dégagent-ils une technique pour un type de tâches donné ?

52 % des élèves recherchent une méthode générale, soit environ la moitié des élèves. Quels sont les élèves impactés par cette technique ? Commençons par envisager cet item selon le niveau de l'élève en mathématiques.

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu essaies de trouver une méthode générale pour les exercices.

Réponse non : code 0 - Réponse oui : code 1

H_0 : Trouver une méthode générale dans les exercices pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Trouver une méthode générale dans les exercices et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par methode_exos			
niveau	methode_exos(methode_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	89	86	175
	83.171	91.829	
	11.59	11.20	22.79
	50.86	49.14	
	24.38	21.34	
F	91	76	167
	79.368	87.632	
	11.85	9.90	21.74
	54.49	45.51	
	24.93	18.86	
M	109	130	239
	113.59	125.41	
	14.19	16.93	31.12
	45.61	54.39	
	29.86	32.26	
TB	76	111	187
	88.874	98.126	
	9.90	14.45	24.35
	40.64	59.36	
	20.82	27.54	
Total	365	403	768
	47.53	52.47	100.00
Fréquence manquante = 18			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	7.9339	0.0474
Test du rapport de vraisemblance	3	7.9567	0.0469
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	5.7414	0.0166
Coefficient Phi		0.1016	
Coefficient de contingence		0.1011	
V de Cramer		0.1016	

Interprétation des résultats statistiques

On remarque que cette technique concerne surtout la sous-population des très bons. Ces différences sont significatives. On trouve une p-value à 0,0474. En ce qui concerne la tendance, les faibles présentent un déficit : 76 réels contre 87 attendus. Les très bons cherchent à déterminer une méthode générale à travers les exercices alors que les faibles moins.

On peut relier ce résultat avec ce que nous avions déjà décelé auparavant. Les bons et les très bons vont chercher dans le cahier de leçon des éléments du bloc technologique. Ainsi le font-ils pour dégager une méthode générale applicable à un type de problèmes donné. Ils voient donc dans les exercices, non pas le problème en lui-même, mais des types de tâches auxquels on associe une technique. Là où les élèves faibles ne voient que des exercices, les très bons élèves en mathématiques semblent avoir une vision plus large des organisations mathématiques dans ce qui leur est enseigné.

Croisons cet item avec le niveau de classe.

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu essaies de trouver une méthode générale pour les exercices.

Réponse non : code 0 - Réponse oui : code 1

H_0 : Trouver une méthode générale dans les exercices pour réviser et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Trouver une méthode générale dans les exercices et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par methode_exos			
classe	methode_exos(methode_exos)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	76	117	193
	91.881	101.12	
	9.83	15.14	24.97
	39.38	60.62	
	20.65	28.89	
4eme	111	111	222
	105.69	116.31	
	14.36	14.36	28.72
	50.00	50.00	
	30.16	27.41	
5eme	82	89	171
	81.408	89.592	
	10.61	11.51	22.12
	47.95	52.05	
	22.28	21.98	
6eme	99	88	187
	89.025	97.975	
	12.81	11.38	24.19
	52.94	47.06	
	26.90	21.73	
Total	368	405	773
	47.61	52.39	100.00
Fréquence manquante = 13			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	7.8905	0.0483
Test du rapport de vraisemblance	3	7.9389	0.0473
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	5.5818	0.0181
Coefficient Phi		0.1010	
Coefficient de contingence		0.1005	
V de Cramer		0.1010	

Interprétation des résultats statistiques

61 % des élèves de troisième cherchent à déterminer une méthode générale dans les exercices de révisions, 50 % en quatrième, 52 % en cinquième, et 47 % en sixième. Les élèves de troisième se démarquent par un taux fort. Cet écart est significatif. En effet, la probabilité d'être au moins égal au khi-deux est de 0,0483. On peut donc conclure à une association entre le niveau de l'élève et le fait de chercher une méthode générale dans les exercices lors des révisions d'un contrôle de mathématiques. Ce sont surtout les élèves de troisième qui cherchent une généralisation des exercices.

Nous poursuivons en croisant ce même item avec la catégorie de l'établissement.

Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu essaies de trouver une méthode générale pour les exercices.

Réponse non : code 0 - Réponse oui : code 1

H_0 : Trouver une méthode générale dans les exercices pour réviser et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Trouver une méthode générale dans les exercices et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par methode_exos			
localisation	**methode_exos(methode_exos)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
REP	68 59.508 8.80 54.40 18.48	57 65.492 7.37 45.60 14.07	125 16.17
rural	147 144.25 19.02 48.51 39.95	156 158.75 20.18 51.49 38.52	303 39.20
ville	153 164.24 19.79 44.35 41.58	192 180.76 24.84 55.65 47.41	345 44.63
Total	368 47.61	405 52.39	773 100.00
Fréquence manquante = 13			

Interprétation des résultats statistiques

46 % des élèves en REP cherchent à généraliser les exercices contre 51 % en zone rurale et 56 % en ville. Les élèves des zones REP, en opposition à ceux de centre-ville, cherchent donc moins à trouver une technique généralisable sur un type de tâches. La probabilité d'obtenir au moins la valeur du chi-deux est de 0,1436 donc supérieure au seuil des 5 %. Le test du chi-deux nous indique donc une indépendance des variables « trouver une méthode générale dans les exercices » et « type d'établissement ».

Le pourcentage moins élevé en REP peut s'expliquer par le taux plus fort d'élèves faibles.

Bilan sur les techniques liées aux exercices afin de réviser un devoir surveillé

En ce qui concerne les exercices, nous avons cherché à mettre en lumière les pratiques liées à la réalisation d'exercices supplémentaires. Une première remarque s'impose : ce ne sont pas seulement les très bons élèves qui font des exercices supplémentaires. On trouve pour cet item 28 % des « très bons », 23 % des « bons », 30 % des « moyens » et 19 % des « faibles ». Ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

Par contre, on constate des écarts notables en fonction du niveau de classe (p-valeur égale à 0,001). Les élèves de sixième et de cinquième en réalisent davantage. Le type d'établissement a aussi une influence (p-valeur égale à 0,003) puisque le taux est fort en zone rurale.

Nous avons également interrogé les élèves pour déterminer s'ils essayaient de dégager une méthode générale à partir des exercices qu'ils lisent ou refont pour un type de tâches ou encore une organisation mathématique donnée, lors de leurs révisions. Nous constatons, sur cet item, un impact du critère « niveau de l'élève » (p-valeur égale à 0,0474). Plus l'élève possède un bon niveau en mathématiques, plus l'élève recherche une certaine généralisation, et donc une décontextualisation des exercices. Cette tendance est plus forte pour les élèves de troisième, et de manière significative (p-valeur égale à 0,04). 61 % des élèves de troisième cherchent à généraliser les exercices contre 47 % en sixième. Cette observation peut s'expliquer par le fait qu'en s'élevant dans les niveaux scolaires, les élèves se trouvent confrontés à l'engagement dans des types de tâches, et donc des exercices, de plus en plus complexes.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
Faire des exercices supplémentaires	x	Oui p-valeur = 0,001 taux fort en sixième et cinquième	Oui p-valeur =0,0033 Taux fort en rural
Dégager une méthode générale des exercices	Oui p-valeur = 0,0474 taux plus fort chez les très bons	Oui p-valeur = 0,0483 taux plus fort en troisième	x

Nous nous sommes aussi préoccupée du geste qui consiste à refaire ou à relire des exercices pour réviser un contrôle. Dans le questionnaire, nous avons distingué d'une part les élèves qui refont ou relisent l'intégralité des exercices issus de la classe et, d'autre part, ceux des élèves qui ne relisent ou ne refont qu'une sélection d'exercices provenant du système didactique principal. La technique la plus répandue consiste à choisir des exercices considérés par l'élève comme importants et à les relire (72 % des élèves).

Si on compare les gestes « relire » et « refaire », on constate que peu d'élèves passent par l'écrit et ne refont pas les exercices dans le sens, par exemple, où ils s'y engageraient de nouveau comme la première fois où ils les ont rencontrés, puis confronteraient le produit de leur travail à l'exercice corrigé. Les collégiens préfèrent des pratiques de relecture. Les organisations mathématiques du collège sont la plupart du temps ponctuelles ou au mieux locales : il semble aux élèves que relire puisse suffire.

Les très bons élèves, par contre, se démarquent par le fait de refaire les exercices importants. Comme on l'a dit, peu d'élèves les refont réellement, cahier fermé. On ne trouve aussi que peu d'élèves qui relisent l'intégralité des exercices, 31 %, et une proportion encore plus faible qui les refont tous : 10 % seulement. On peut émettre des doutes sur l'efficacité de cette technique, sans choix des exercices fondamentaux. Avec une p-value proche de 1, on peut conclure que la réalisation d'exercices pour réviser un contrôle de mathématiques n'est pas influencée par le niveau de classe, ni par le niveau de l'élève (Très bon, Bon, Moyen ou Faible). On peut souligner que les élèves de REP sont plus nombreux à refaire la totalité des exercices et qu'ils sont moins nombreux à chercher à en dégager des techniques générales. On peut sans doute imputer cela au fait que les établissements REP comptent en proportion plus d'élèves faibles. On peut résumer les résultats à l'aide d'un tableau :

Lien de dépendance ?	**Pourcentage par rapport à la population globale**	**Niveau de l'élève**	**Niveau de classe**	**Type d'établissement**
Relire l'**intégralité** des exercices réalisés en classe	30 %	x	x p-value proche de 1	x
Relire les **exercices importants** réalisés en classe	72 %	x Taux plus fort des très bons élèves	x Taux plus fort en troisième	x
Refaire l'**intégralité** des exercices réalisés en classe	10 %	x	x p-value proche de 1	x Taux plus fort en REP
Refaire **les exercices importants** réalisés en classe	33 %	x	x	x Taux plus fort en zone rurale

3.7.3 Techniques d'étude lors d'un devoir maison

Dans cette partie, on étudie la situation 5 qui est relative aux devoirs à la maison. Ces devoirs, donnés assez longtemps à l'avance par rapport à la date de remise du travail fait, offrent à l'étude par les élèves un moment particulier. Notre attention se porte sur les techniques utilisées par les élèves pour vérifier ou contrôler leur « devoir-maison ». Comme précédemment nous croisons chaque sous-question de l'item 21, qui en est l'objet, avec trois paramètres :

- Le niveau de l'élève
- Le niveau de classe
- Le type d'établissement

L'énoncé de l'item 21, composé de plusieurs questions, est le suivant :

Lorsque tu as à rendre un devoir maison

a. **Est-ce que tu relis ta copie ?**
b. **Est-ce que quelqu'un relit ta copie ?**
c. **Fais-tu un brouillon du devoir ?**
d. **Vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ?**

Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?

e. **Au niveau des raisonnements**
f. **Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise**
g. **Au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre**
h. **Au niveau des résultats**
i. **Autre à préciser**

3.7.3.1 Brouillons du devoir maison

L'étude débute par l'analyse de la réalisation d'un brouillon avant de rendre sa copie. L'item analysé est le suivant :

Item 21 : Lorsque tu as à rendre un devoir maison
Fais-tu un brouillon du devoir ?

Les résultats sur la réalisation de brouillons

Quelle est la répartition par rapport au niveau des élèves en mathématiques ? Cette pratique est-elle liée aux bons élèves ?

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison**
Fais-tu un brouillon du devoir ?

H_0 : Faire un brouillon et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Faire un brouillon et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_brouillon			
niveau	**situa5_brouillon(situa5_brouillon)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
B	57	117	174
	68.057	105.94	
	7.43	15.25	22.69
	32.76	67.24	
	19.00	25.05	
F	69	98	167
	65.319	101.68	
	9.00	12.78	21.77
	41.32	58.68	
	23.00	20.99	
M	81	158	239
	93.481	145.52	
	10.56	20.60	31.16
	33.89	66.11	
	27.00	33.83	
TB	93	94	187
	73.142	113.86	
	12.13	12.26	24.38
	49.73	50.27	
	31.00	20.13	
Total	300	467	767
	39.11	60.89	100.00
Fréquence manquante = 19			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	14.8829	0.0019
Test du rapport de vraisemblance	3	14.7890	0.0020
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	6.7591	0.0093
Coefficient Phi		0.1393	
Coefficient de contingence		0.1380	
V de Cramer		0.1393	

Interprétation des résultats statistiques

Chez les très bons élèves, 50 % font des brouillons. 67 % des bons élèves, 66 % des moyens et 59 % des faibles en réalisent.

La p-value lors du test du khi-deux est égale à 0,019, ce qui montre une relation entre les deux variables « faire un brouillon » et « niveau de l'élève ».

On rejette H_0 au seuil des 5 %. Contrairement à ce que l'on pourrait attendre, ce sont les bons et les moyens qui le pratiquent le plus, puis les faibles. Les très bons se démarquent par leur taux faible.

On s'intéresse désormais à la distribution des élèves qui font un brouillon de leur devoir à la maison en fonction du niveau de classe.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison**
Fais-tu un brouillon du devoir ?

H_0 : Faire un brouillon et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Faire un brouillon et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_brouillon			
classe	**situa5_brouillon(situa5_brouillon)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	63 75.25 8.16 32.64 20.93	130 117.75 16.84 67.36 27.60	193 25.00
4eme	69 86.947 8.94 30.94 22.92	154 136.05 19.95 69.06 32.70	223 28.89
5eme	88 66.672 11.40 51.46 29.24	83 104.33 10.75 48.54 17.62	171 22.15
6eme	81 72.131 10.49 43.78 26.91	104 112.87 13.47 56.22 22.08	185 23.96
Total	301 38.99	471 61.01	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	22.3105	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	22.2527	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	11.6730	0.0006
Coefficient Phi		0.1700	
Coefficient de contingence		0.1676	
V de Cramer		0.1700	

Interprétation des résultats statistiques

On observe que 67 % des élèves en classe de troisième, 69 % en classe de quatrième 48 % en cinquième 56 % en sixième font un brouillon pour travailler le devoir. Plus le niveau de classe est élevé plus les élèves font des brouillons. Ce fait remarquable n'est pas dû à une fluctuation d'échantillonnage puisque le test du chi-deux donne une p-value inférieure à 0,0001 donc inférieure à 0,005. Il s'agit d'une corrélation forte.

Observons les résultats obtenus en ce qui concerne les types d'établissement.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison**
Fais-tu un brouillon du devoir ?
H_0 : Faire un brouillon et le niveau de classe sont indépendants.
H_1 : Faire un brouillon et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_brouillon			
localisation	situa5_brouillon(situa5_brouillon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	51	72	123
	47.957	75.043	
	6.61	9.33	15.93
	41.46	58.54	
	16.94	15.29	
rural	134	170	304
	118.53	185.47	
	17.36	22.02	39.38
	44.08	55.92	
	44.52	36.09	
ville	116	229	345
	134.51	210.49	
	15.03	29.66	44.69
	33.62	66.38	
	38.54	48.62	
Total	301	471	772
	38.99	61.01	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	7.8033	0.0202
Test du rapport de vraisemblance	2	7.8359	0.0199
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	4.8273	0.0280
Coefficient Phi		0.1005	
Coefficient de contingence		0.1000	
V de Cramer		0.1005	

Interprétation des résultats statistiques

58 % des élèves en REP font un brouillon, 56 % en zone rurale et 66 % en centre-ville. On trouve une disparité entre les élèves de centre-ville d'une part et les autres, REP et zone rurale d'autre part. les deux variables « type d'établissement » et « faire un brouillon » sont corrélées. La p-value renvoie un test égal à 0,0202.
Les élèves de REP et des zones rurales effectuent moins de brouillons que leurs camarades des établissements de centre-ville.

Bilan sur la réalisation de brouillons

On peut donc conclure que faire un brouillon est une pratique qui se retrouve surtout chez les bons élèves et les moyens, en association significative avec le niveau de l'élève. Contrairement aux idées reçues, ce sont les très bons qui font le moins de brouillon. Les élèves de centre-ville sont ceux qui recourent le plus à cette pratique par rapport aux élèves de REP et de zone rurale. Les élèves de quatrième et de troisième en réalisent le plus. On remarque que plus le niveau de classe (en âge) augmente, plus le « brouillon de mathématiques » est présent. Les organisations mathématiques se complexifient et

nécessitent davantage qu'en sixième et cinquième, un passage par l'écrit, permettant la mise en mémoire de données et de résultats intermédiaires.

3.7.3.2 Relecture du devoir maison

On a vu précédemment que les collégiens pratiquent de manière prépondérante la lecture des exercices pour préparer un contrôle de mathématiques. Ils cherchent à se les remettre en mémoire. Il peut s'agir de se souvenir d'une technique, de mettre en lien des techniques et des technologies. Dans le cas d'un devoir à la maison, la relecture ne remplit pas la même fonction. Il s'agit plutôt d'une technique de vérification de la véracité des réponses que l'élève énonce et rédige.

Ce contrôle sur les mathématiques produites peut être réalisé par l'élève lui-même ou bien par une aide à l'étude : un parent, frère, sœur, camarade. Nous tentons d'établir s'il existe un lien entre cette responsabilité et les trois critères précédemment étudiés :

- Le niveau de l'élève
- L'âge, c'est-à-dire le niveau de classe
- Le type d'établissement.

Nous traitons les données établies à partir des réponses à deux questions précédemment énoncées :

Item 21 : Lorsque tu as à rendre un devoir maison

a-Est-ce que tu relis ta copie ?
b-Est-ce que quelqu'un relit ta copie ?

Les résultats sur la relecture des devoirs maison

Les tables statistiques nous indiquent que la plupart des élèves, 83 %, relisent leurs copies de devoir-maison. On étudie la distribution en fonction du niveau de l'élève.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, tu relis ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : Relire son devoir maison et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : Relire son devoir maison et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_relecture			
niveau(niveau)	situa5_relecture(situa5_relecture)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	27	147	174
	29.303	144.7	
	3.52	19.19	22.72
	15.52	84.48	
	20.93	23.08	
F	35	132	167
	28.124	138.88	
	4.57	17.23	21.80
	20.96	79.04	
	27.13	20.72	
M	46	193	239
	40.249	198.75	
	6.01	25.20	31.20
	19.25	80.75	
	35.66	30.30	
TB	21	165	186
	31.324	154.68	
	2.74	21.54	24.28
	11.29	88.71	
	16.28	25.90	
Total	129	637	766
	16.84	83.16	100.00
Fréquence manquante = 20			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	7.3188	0.0624
Test du rapport de vraisemblance	3	7.6082	0.0548
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.2461	0.2643
Coefficient Phi		0.0977	
Coefficient de contingence		0.0973	
V de Cramer		0.0977	

Interprétation des résultats statistiques

Voici la répartition selon les niveaux de l'élève :

-Très bons : 89 %

-Bons : 84 %

-Moyens : 81 %

-Faibles : 79 %

Une proportion importante d'élèves relit sa copie. La proportion est plus importante chez les élèves très bons que chez les faibles. Les attendus théoriques sont inférieurs chez les très bons, les moyens et les bons. La p-valeur à 0,06 est supérieure au seuil des 5 %. On ne peut pas dire que cette relecture est liée au niveau de l'élève au seuil des 5 %. Cette relecture est-elle accompagnée par une aide à l'étude ? On trouve 46 % des élèves qui bénéficient d'une relecture par une aide à l'étude (père, mère, fratrie…) Les élèves moyens et bons à hauteur de 51 %et 48 %sont les plus aidés. Les élèves très bons sont ceux qui relisent le plus et qui pourtant bénéficient le moins d'aide à cette relecture. Parmi les très bons, qui relisent, combien d'entre eux sont aidés ?
74 élèves sur 165 soit 44 % sont accompagnés dans la relecture. On peut donc supposer que, 56 % d'entre eux sont plus autonomes, dans le sens où ils ont développé des techniques de relecture.

On croise les résultats sur la relecture du devoir maison avec le niveau de classe.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, tu relis ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : Relire son devoir maison et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : Relire son devoir maison et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_relecture			
classe(classe)	**situa5_relecture(situa5_relecture)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	39 32.542 5.06 20.21 30.00	154 160.46 19.97 79.79 24.02	193 25.03
4eme	43 37.601 5.58 19.28 33.08	180 185.4 23.35 80.72 28.08	223 28.92
5eme	17 28.833 2.20 9.94 13.08	154 142.17 19.97 90.06 24.02	171 22.18
6eme	31 31.025 4.02 16.85 23.85	153 152.98 19.84 83.15 23.87	184 23.87
Total	130 16.86	641 83.14	771 100.00
Fréquence manquante = 15			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	8.3150	0.0399
Test du rapport de vraisemblance	3	9.0292	0.0289
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.5365	0.1112
Coefficient Phi		0.1038	
Coefficient de contingence		0.1033	
V de Cramer		0.1038	

Interprétation des résultats statistiques

80 % des élèves de troisième et de quatrième relisent leur copie de devoir-maison, 90 % et 83 % en cinquième et sixième. Ces écarts sont significatifs. En effet, la probabilité d'être au moins égale au khi-deux qui est de 0,0339 est inférieure au seuil des 5 %. Les effectifs réels (154 et 180) des élèves de troisième et de quatrième qui relisent sont inférieurs à ceux attendus (160 et 185) en cas d'indépendance. Ce sont les élèves de quatrième et de troisième qui relisent le moins leur devoir-maison.

On étudie ci-dessous l'influence du type d'établissement sur la relecture du devoir maison.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, tu relis ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : Relire son devoir maison et le type d'établissement sont indépendants.

H_1 : Relire son devoir maison et le type d'établissement sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_relecture			
localisation(localisation)	situa5_relecture(situa5_relecture)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	21 20.571 2.72 17.21 16.15	101 101.43 13.10 82.79 15.76	122 15.82
rural	41 51.258 5.32 13.49 31.54	263 252.74 34.11 86.51 41.03	304 39.43
ville	68 58.171 8.82 19.71 52.31	277 286.83 35.93 80.29 43.21	345 44.75
Total	130 16.86	641 83.14	771 100.00
Fréquence manquante = 15			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	4.4776	0.1066
Test du rapport de vraisemblance	2	4.5421	0.1032
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.5638	0.2111
Coefficient Phi		0.0762	
Coefficient de contingence		0.0760	
V de Cramer		0.0762	

Interprétation des résultats statistiques

83 % des élèves en REP relisent leur copie de devoir-maison. 86 % des élèves de zone rurale le font et 80 % en ville. Le test du khi-deux donne un résultat de p-value de 0,1066. Comme 0,1066 > 0,05 on ne peut pas dire que les variables « type d'établissement » et « relecture des devoirs maison » sont liées. On ne rejette pas H_0.

Pour ce qui est de la relecture par une tierce personne, on obtient des résultats réels proches des résultats théoriques. Avec une p-value très élevée de 0,8769 on constate que les établissements perçoivent la même aide pour environ 46 % d'entre eux.

On s'attarde ci-dessous sur la question de la relecture du devoir maison par une aide à l'étude, en fonction du niveau de l'élève, du niveau de classe et du type d'établissement. Que se passe-t-il en fonction du niveau de l'élève en mathématiques ?

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, quelqu'un d'autre relit ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par situa5_relectureautre			
niveau(niveau)	situa5_relectureautre(situa5_relectureautre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	90	84	174
	93.692	80.308	
	11.73	10.95	22.69
	51.72	48.28	
	21.79	23.73	
F	99	68	167
	89.923	77.077	
	12.91	8.87	21.77
	59.28	40.72	
	23.97	19.21	
M	116	123	239
	128.69	110.31	
	15.12	16.04	31.16
	48.54	51.46	
	28.09	34.75	
TB	108	79	187
	100.69	86.308	
	14.08	10.30	24.38
	57.75	42.25	
	26.15	22.32	
Total	413	354	767
	53.85	46.15	100.00
Fréquence manquante = 19			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	6.1617	0.1040
Test du rapport de vraisemblance	3	6.1726	0.1035
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.1393	0.7090
Coefficient Phi		0.0896	
Coefficient de contingence		0.0893	
V de Cramer		0.0896	

Interprétation des résultats statistiques

On trouve 42 % des très bons élèves, 48 % des bons, 51 % des moyens, et 41 % des faibles à avoir une aide à l'étude qui relit à la place de l'élève le devoir maison.

La p-valeur est de 0,10 donc supérieure à 5 %. On ne rejette pas H_0. On ne peut donc pas dire que les variables « relecture du devoir maison par une aide à l'étude » et le « niveau de l'élève en mathématiques sont liées.

On poursuit en croisant la variable « aide à la relecture » et le niveau de la classe.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, quelqu'un d'autre relit ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de classe par situa5_relectureautre			
classe(classe)	**situa5_relectureautre(situa5_relectureautre)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**0**	**1**	**Total**
3eme	120 104 15.54 62.18 28.85	73 89 9.46 37.82 20.51	193 25.00
4eme	121 120.17 15.67 54.26 29.09	102 102.83 13.21 45.74 28.65	223 28.89
5eme	83 92.145 10.75 48.54 19.95	88 78.855 11.40 51.46 24.72	171 22.15
6eme	92 99.689 11.92 49.73 22.12	93 85.311 12.05 50.27 26.12	185 23.96
Total	416 53.89	356 46.11	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	8.6048	0.0350
Test du rapport de vraisemblance	3	8.6660	0.0341
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	6.9683	0.0083
Coefficient Phi		0.1056	
Coefficient de contingence		0.1050	
V de Cramer		0.1056	

Interprétation des résultats statistiques

L'aide dans la relecture diminue au fil des années. En sixième 50 % des élèves sont aidés, en cinquième 51 % en quatrième 46 %et en troisième 38 %.

On peut penser que le niveau de difficulté en mathématiques augmente avec les niveaux quatrième et troisième. Par conséquent, de moins en moins de parents ont la possibilité de suivre leurs enfants et de les aider.

Un élève sur deux en sixième et cinquième est accompagné dans la relecture des devoirs-maison, alors qu'un tiers l'est en fin de cycle du collège. On peut comparer ces résultats avec l'aide des familles de manière générale lors du travail quotidien. La p-value est de 0,035. On peut donc étendre les résultats à la population totale. Ces conclusions ne sont pas le fruit de la fluctuation d'échantillonnage.

Enfin, on peut effectuer le croisement avec le type d'établissement.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, quelqu'un d'autre relit ton devoir avant de le rendre.**

H_0 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de classe sont indépendants.

H_1 : L'aide à la relecture du devoir maison et le niveau de classe sont liés.

Tableau de contingence

Table de localisation par situa5_relectureautre			
localisation(localisation)	situa5_relectureautre(situa5_relectureautre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	76	47	123
	66.28	56.72	
	9.84	6.09	15.93
	61.79	38.21	
	18.27	13.20	
rural	153	151	304
	163.81	140.19	
	19.82	19.56	39.38
	50.33	49.67	
	36.78	42.42	
ville	187	158	345
	185.91	159.09	
	24.22	20.47	44.69
	54.20	45.80	
	44.95	44.38	
Total	416	356	772
	53.89	46.11	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	4.6531	0.0976
Test du rapport de vraisemblance	2	4.6880	0.0959
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.7401	0.3896
Coefficient Phi		0.0776	
Coefficient de contingence		0.0774	
V de Cramer		0.0776	

Interprétation des résultats statistiques

On trouve 38 % des élèves REP qui sont aidés dans la relecture contre 50 % en zone rurale et 46 % en zone urbaine. Les élèves des zones d'éducation prioritaire bénéficient moins d'aide dans la relecture du devoir maison. Les effectifs théoriques sont plus élevés que les effectifs réels en REP pour ceux qui ont une aide. Ces différences ne sont pas significatives puisque la p-valeur de 0,09 est supérieure à 5 %. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas conclure que les variables « relecture du devoir maison par une aide à l'étude » et le type d'établissement sont liées.

On avait conclu précédemment à une aide du milieu familial similaire en REP, d'un point de vue quantitatif, sans en analyser l'efficacité, ainsi qu'en zone urbaine non REP. On voit à la lecture de ces tableaux que la nature de cette aide n'est pas tout à fait la même. En REP, le milieu familial relit moins les devoirs maisons de ses enfants en mathématiques. Nous rencontrons une première différence concernant le contrôle des écrits de l'élève.

Bilan sur la relecture des devoirs maison

En conclusion, la plupart des élèves, 83 %, relisent leur copie de devoir maison avant de la rendre. Environ 46 % des élèves sont accompagnés dans cette relecture par une aide à l'étude. Les très bons élèves ne font pas de brouillon du devoir mais ils sont plus nombreux à relire leurs copies. 89 % des très bons élèves et 79 % des faibles relisent leurs devoirs. Ce geste dépend du niveau de classe. Il est intéressant de constater que ce sont les élèves de troisième et de quatrième qui le pratiquent le moins, avec des écarts significatifs. Ils sont, d'autre part, moins accompagnés. Lorsque le niveau de difficulté augmente avec le niveau de la classe, les parents sont donc moins nombreux à pouvoir suivre et à vérifier la véracité des réponses de leurs enfants. Les zones REP sont déficitaires en ce qui concerne la relecture lorsqu'on les compare aux non REP. Ils sont aussi moins aidés dans les relectures par le milieu familial.

On peut synthétiser les résultats relatifs à la relecture des devoirs maison sous la forme du tableau suivant :

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
Relecture du devoir maison	x	Oui p-valeur= 0,0390 taux faible en quatrième et troisième	x
Relecture du devoir maison par une aide à l'étude	x taux similaires 42 %pour les très bons 41 %pour les faibles	Oui p-valeur =0,035 diminution avec l'âge	x Taux moins fort des élèves REP

3.7.3.3 Vérification des calculs

On s'intéresse à l'item suivant :

Lorsque tu as à rendre un devoir maison, vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ?
Réponse « OUI » codée 1 – Réponse « NON » codée 1.

Prenons l'exemple d'un calcul de fraction à réaliser dans un devoir maison. Soit à calculer $A = \frac{1}{7} - \frac{4}{7} \times \frac{3}{10}$. Plusieurs techniques de vérification peuvent être mises en œuvre :

- L'élève peut vérifier son calcul grâce à la calculette en effectuant l'intégralité du calcul. Il compare le résultat renvoyé par sa calculatrice et le résultat qu'il obtient à la main.
- Il peut vérifier partiellement ses résultats. Il calcule étape par étape avec la calculette. D'abord $\frac{4}{7} \times \frac{3}{10}$. Il compare sa solution avec celle de la calculatrice $\frac{6}{35}$. Puis il vérifie l'étape $A = \frac{1}{7} - \frac{6}{35} = \frac{-1}{35}$
- L'élève peut vérifier, sans calculette que son résultat est inférieur à $\frac{1}{7}$. $\frac{-1}{35}$ est strictement négatif et $\frac{1}{7}$ est positif, donc $\frac{1}{7} - \frac{6}{35} = \frac{-1}{35} < \frac{1}{7}$
- L'élève peut solliciter une aide à l'étude, père, mère, professeur, qui dans une relecture va contrôler la justesse des résultats des calculs.

Le devoir maison n'est pas nécessairement un devoir portant uniquement sur des calculs. Il peut s'agir d'une relecture ciblée, en reprenant un par un chaque résultat calculatoire, à l'intérieur d'une situation géométrique comme pour le théorème de Pythagore, travail que peut se faire « mentalement » ou plus ou moins aidé par la calculette. Reprenons les réponses obtenues lors du questionnaire par notre panel. On trouve que 78 % des élèves de notre échantillon vérifient les calculs avant de rendre un devoir maison. Ainsi, la vérification des calculs provenant d'un devoir maison est un geste très répandu.

Les résultats sur les techniques de vérification des calculs

On commence par croiser cet item avec le niveau de l'élève en mathématiques. Les bons élèves sont-ils plus nombreux à vérifier leurs calculs ?

Item : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ?**

H_0 : Les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : Les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par situa5_verif			
niveau(niveau)	situa5_verif(situa5_verif)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	36 38.793 4.69 20.69 21.05	138 135.21 17.99 79.31 23.15	174 22.69
F	46 37.232 6.00 27.54 26.90	121 129.77 15.78 72.46 20.30	167 21.77
M	56 53.284 7.30 23.43 32.75	183 185.72 23.86 76.57 30.70	239 31.16
TB	33 41.691 4.30 17.65 19.30	154 145.31 20.08 82.35 25.84	187 24.38
Total	171 22.29	596 77.71	767 100.00
Fréquence manquante = 19			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.4256	0.1432
Test du rapport de vraisemblance	3	5.4275	0.1430
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.8934	0.3446
Coefficient Phi		0.0841	
Coefficient de contingence		0.0838	
V de Cramer		0.0841	

Interprétation des résultats statistiques

Le contrôle des calculs est réalisé pour 82 % des très bons, 79 % des bons, 77 % des moyens et 72 % des faibles. On note une forte proportion de vérification des calculs, quel que soit le niveau de l'élève. La p-value est égale à 0,1432. On ne peut pas dire que le niveau de l'élève et le fait de vérifier les calculs dans un devoir maison sont reliés. Il s'agit d'un phénomène général. On ne rejette pas H_0.

Croisons ce même item avec le niveau de classe.

Item : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ?**

H_0 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par situa5_verif			
classe(classe)	situa5_verif(situa5_verif)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	42	151	193
	43.25	149.75	
	5.44	19.56	25.00
	21.76	78.24	
	24.28	25.21	
4eme	54	169	223
	49.973	173.03	
	6.99	21.89	28.89
	24.22	75.78	
	31.21	28.21	
5eme	29	142	171
	38.32	132.68	
	3.76	18.39	22.15
	16.96	83.04	
	16.76	23.71	
6eme	48	137	185
	41.457	143.54	
	6.22	17.75	23.96
	25.95	74.05	
	27.75	22.87	
Total	173	599	772
	22.41	77.59	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	4.7170	0.1937
Test du rapport de vraisemblance	3	4.8592	0.1824
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.1526	0.6961
Coefficient Phi		0.0782	
Coefficient de contingence		0.0779	
V de Cramer		0.0782	

Interprétation des résultats statistiques

La vérification des calculs est réalisée par 74 % des élèves de sixième, 83 % des cinquièmes, 76 % des quatrièmes, 78 % des troisièmes. La p-value est de 0,19 donc supérieure à 5 %. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que le niveau de classe et le fait de vérifier ses calculs sont liés.

Notre intérêt se porte sur le croisement selon le type d'établissement

Item : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ?**

H_0 : les variables type d'établissement et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : les variables type d'établissement et « vérifier les calculs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par situa5_verif			
localisation(localisation)	situa5_verif(situa5_verif)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	32 27.563 4.15 26.02 18.50	91 95.437 11.79 73.98 15.19	123 15.93
rural	62 68.124 8.03 20.39 35.84	242 235.88 31.35 79.61 40.40	304 39.38
ville	79 77.312 10.23 22.90 45.66	266 267.69 34.46 77.10 44.41	345 44.69
Total	173 22.41	599 77.59	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	1.6774	0.4323
Test du rapport de vraisemblance	2	1.6609	0.4359
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.1074	0.7432
Coefficient Phi		0.0466	
Coefficient de contingence		0.0466	
V de Cramer		0.0466	

Interprétation des résultats statistiques

74 % des élèves étudiant en REP, 80 % des élèves en zone rurale et 77 % des élèves provenant d'établissements de centre-ville vérifient leurs calculs lors des devoir maison. La p-value est égale à 0,4323. On ne rejette pas H_0.
Ceci signifie que l'on ne peut pas affirmer que le type d'établissement et « vérifier les calculs » sont liés. La vérification des résultats calculatoires lors d'un devoir maison est un phénomène répandu.

Bilan sur les techniques de vérification des calculs

En conclusion, on peut considérer que la vérification des calculs fait partie des techniques de contrôle les plus utilisées par les élèves. Cette vérification est le fait d'entre 72 % des élèves pour les plus faibles et de 82 % pour les forts en mathématiques. Ce sont les élèves de troisième qui vérifient le plus leurs calculs. On ne peut pas conclure que cela dépende du type d'établissement.

3.7.3.4 Vérification en géométrie

Nous poursuivons notre enquête à propos de l'attitude des élèves dans la vérification des devoir-maison. Dans ce paragraphe, nous cherchons à obtenir des résultats sur les vérifications en géométrie. Trois directions sont envisagées :

- La vérification des figures à l'aide des instruments de géométrie,
- La vérification des raisonnements,
- La vérification par le biais des savoirs.

Ci-dessous on reproduit le libellé du questionnaire que nous analysons.

Lorsque tu as à rendre un devoir maison en mathématiques
Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?

- **Au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre.**
- **Au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérence.**
- **Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.**

Notons que pour cet item, les trois réponses ou aucune des trois peuvent être cochées.

Résultats sur les techniques de vérification en géométrie

Nous observons les résultats suivants : la moitié des élèves vérifient leurs constructions de figures en géométrie à l'aide des instruments. Dans un premier temps, on croise la réponse concernant les figures de géométrie avec le niveau de l'élève en mathématiques.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

- **Au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre.**

H_0 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par situa5_figure			
niveau(niveau)	situa5_figure(situa5_figure)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	93 86.66 12.13 53.45 24.35	81 87.34 10.56 46.55 21.04	174 22.69
F	81 83.173 10.56 48.50 21.20	86 83.827 11.21 51.50 22.34	167 21.77
M	131 119.03 17.08 54.81 34.29	108 119.97 14.08 45.19 28.05	239 31.16
TB	77 93.134 10.04 41.18 20.16	110 93.866 14.34 58.82 28.57	187 24.38
Total	382 49.80	385 50.20	767 100.00
Fréquence manquante = 19			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	9.0026	0.0293
Test du rapport de vraisemblance	3	9.0372	0.0288
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.1167	0.0775
Coefficient Phi		0.1083	
Coefficient de contingence		0.1077	
V de Cramer		0.1083	

Interprétation des résultats statistiques

En fonction du niveau de l'élève en mathématiques, cette vérification ne présente pas les mêmes taux. On trouve 59 % des très bons qui vérifient les figures en géométrie, 47 % des bons, 45 % des moyens et 51 % des faibles. On remarque un taux plutôt élevé chez les faibles. L'attendu théorique est en-dessous pour les très bons et les faibles. Inversement chez les moyens et les bons. La p-value obtenue lors du test du chi-deux qui est de 0,0293 est inférieure à notre seuil des 5 %. Par conséquent, on rejette H_0. Vérifier les figures en géométrie et le niveau de l'élève sont reliés. Ce sont les très bons élèves et les faibles qui vérifient le plus. On peut s'interroger sur la nature de cette vérification. Entre les très bons et le faibles cette vérification n'est pas forcément du même ordre. On peut penser que les très bons vérifient plutôt pour appuyer leurs raisonnements. Les élèves faibles vérifient, construisent des figures.

Il est probable que les élèves faibles interrogés n'aient pas encore établi un rapport à la géométrie déductive, mais que celui-ci en soit resté à celui d'une géométrie instrumentale

propre aux classes de l'école primaire et de sixième. Qu'en est–il de la distribution selon le niveau de l'élève ?

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

- **Au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre.**

H_0 : les variables « niveau de l'élève » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : les variables « niveau de l'élève » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

(Table de classe par situa5_figure			
classe(classe)	situa5_figure(situa5_figure)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	120 96 15.54 62.18 31.25	73 97 9.46 37.82 18.81	193 25.00
4eme	116 110.92 15.03 52.02 30.21	107 112.08 13.86 47.98 27.58	223 28.89
5eme	72 85.057 9.33 42.11 18.75	99 85.943 12.82 57.89 25.52	171 22.15
6eme	76 92.021 9.84 41.08 19.79	109 92.979 14.12 58.92 28.09	185 23.96
Total	384 49.74	388 50.26	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	21.9383	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	22.1033	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	20.1389	<.0001
Coefficient Phi		0.1686	
Coefficient de contingence		0.1662	
V de Cramer		0.1686	

Interprétation des résultats statistiques

On observe la distribution de la variable « vérifier les figures dans un devoir maison » dans notre panel. On obtient :

-38 % en troisième
-49 % en quatrième
-58 % en cinquième
-59 % en sixième.

On constate des écarts importants entre les niveaux de classe. Plus le niveau est élevé moins l'élève vérifie les figures.
Le test du khi-deux renvoie une p-value inférieure à 0,0001 donc bien inférieure à 0,05. Ceci nous conduit à rejeter H_0 au risque des 5 %. Les variables sont liées. Les élèves en augmentant en niveau scolaire vérifient de moins en moins leurs figures en géométrie. Notons que cette vérification était à réaliser avec les instruments de géométrie : règle, rapporteur, équerre.

Poursuivons l'enquête selon le type d'établissement. Trouve-t-on une différence entre les élèves de REP, zone rurale et zone urbaine dans la vérification de la figure ?

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

- **Au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre.**

H_0 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les figures dans un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par situa5_figure			
localisation(localisation)	situa5_figure(situa5_figure)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	66 61.181 8.55 53.66 17.19	57 61.819 7.38 46.34 14.69	123 15.93
rural	147 151.21 19.04 48.36 38.28	157 152.79 20.34 51.64 40.46	304 39.38
ville	171 171.61 22.15 49.57 44.53	174 173.39 22.54 50.43 44.85	345 44.69
Total	384 49.74	388 50.26	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	0.9929	0.6087
Test du rapport de vraisemblance	2	0.9935	0.6085
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.2909	0.5896
Coefficient Phi		0.0359	
Coefficient de contingence		0.0358	
V de Cramer		0.0359	

Interprétation des résultats statistiques

On lit sur le tableau de contingence que 46 % des élèves de REP vérifient leurs figures en géométrie lors des devoirs maison, 52 % en zone rurale et 50 % en zone urbaine.

Ces différences sont peu marquées et ne sont pas significatives. La p-value est de 0,6087 qui est largement supérieure à 0,05.

On accepte donc H_0 au seuil de 5 %. On ne peut pas dire que le fait de vérifier avec les instruments de géométrie les figures lors des devoirs maison ne dépend pas du type d'établissement.

On s'intéresse dans ce qui suit aux réponses obtenues au niveau de la vérification des raisonnements en géométrie. L'item considéré est le suivant :

Lorsque tu as à rendre un devoir maison en mathématiques
Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?

Au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérence.

Environ 47 % des élèves de notre échantillon contrôlent leur raisonnement et notamment la présence d'incohérence dans leur devoir maison. On commence par rechercher la répartition selon le niveau de l'élève.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérence.

H_0 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier le raisonnement avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier le raisonnement avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par situa5_raison			
niveau(niveau)	situa5_raison(situa5_raison)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	89 92.331 11.60 51.15 21.87	85 81.669 11.08 48.85 23.61	174 22.69
F	114 88.617 14.86 68.26 28.01	53 78.383 6.91 31.74 14.72	167 21.77
M	133 126.82 17.34 55.65 32.68	106 112.18 13.82 44.35 29.44	239 31.16
TB	71 99.229 9.26 37.97 17.44	116 87.771 15.12 62.03 32.22	187 24.38
Total	407 53.06	360 46.94	767 100.00
Fréquence manquante = 19			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	33.4982	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	34.0081	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	9.7161	0.0018
Coefficient Phi		0.2090	
Coefficient de contingence		0.2046	
V de Cramer		0.2090	

Interprétation des résultats statistiques

Grâce au tableau de contingence, on peut lire que 62 % des très bons élèves déclarent vérifier s'il n'y a pas d'incohérence dans leur devoir maison, alors que 49 % des bons le font, 44 % des moyens et 32 % des faibles. On constate clairement une distinction dans la distribution entre les différents niveaux. Plus l'élève est bon en mathématiques, plus il cherche les éventuelles incohérences dans le raisonnement. La p-value est inférieure à 0,0001 ce qui montre une forte corrélation entre les deux variables. On rejette H_0 au seuil de 5 %. Le fait de vérifier les raisonnements est lié au niveau de l'élève.

On poursuit en croisant cet item avec le paramètre « niveau de classe ».

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérence.

H_0 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les raisonnements dans un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les raisonnements dans un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par situa5_raison			
classe(classe)	situa5_raison(situa5_raison)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	100 102.25 12.95 51.81 24.45	93 90.75 12.05 48.19 25.62	193 25.00
4eme	118 118.14 15.28 52.91 28.85	105 104.86 13.60 47.09 28.93	223 28.89
5eme	88 90.595 11.40 51.46 21.52	83 80.405 10.75 48.54 22.87	171 22.15
6eme	103 98.012 13.34 55.68 25.18	82 86.988 10.62 44.32 22.59	185 23.96
Total	409 52.98	363 47.02	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	0.8036	0.8486
Test du rapport de vraisemblance	3	0.8048	0.8483
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.3927	0.5309
Coefficient Phi		0.0323	
Coefficient de contingence		0.0322	
V de Cramer		0.0323	

Interprétation des résultats statistiques

Pour cet item, on trouve
-48 % des troisièmes
-47 % des quatrièmes
-49 % des cinquièmes
-44 % des sixièmes

On aurait pu s'attendre à une distinction entre les sixièmes et troisièmes, les élèves de ce niveau étant davantage habitués à se confronter aux raisonnements. Ce n'est pas le cas de notre panel. Avec une p-value de 0,8486. On ne rejette pas H_0 au seuil de 5 %. On ne peut pas dire que le fait de vérifier le raisonnement est indépendant du niveau de classe, sixième, cinquième, quatrième ou troisième.

Enfin, on analyse le croisement avec le type d'établissement.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérence.

H_0 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les raisonnements dans un devoir maison » sont indépendantes.
H_1 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les raisonnements dans un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par situa5_raison			
localisation(localisation)	situa5_raison(situa5_raison)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	79 65.165 10.23 64.23 19.32	44 57.835 5.70 35.77 12.12	123 15.93
rural	152 161.06 19.69 50.00 37.16	152 142.94 19.69 50.00 41.87	304 39.38
ville	178 182.78 23.06 51.59 43.52	167 162.22 21.63 48.41 46.01	345 44.69
Total	409 52.98	363 47.02	772 100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	7.5961	0.0224
Test du rapport de vraisemblance	2	7.7065	0.0212
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.4369	0.0638
Coefficient Phi		0.0992	
Coefficient de contingence		0.0987	
V de Cramer		0.0992	

Interprétation des résultats statistiques

On obtient pour cet item 36 % des élèves REP, 50 % en rural et 48 % en zone urbaine. Il existe un écart notable entre les zones REP d'une part et les autres d'autre part.
Cet écart est significatif au seuil des 5 % puisque la p-value est égale à 2,24 %. On rejette H_0 au risque de 5 %. Le type d'établissement influence le fait de vérifier les raisonnements. Les établissements REP sont déficitaires.
L'attendu théorique est de 57,835 contre un effectif observé de 44.

On s'intéresse au dernier point : la vérification du devoir maison à travers des éléments d'organisations mathématiques. La question qui en est l'objet est la suivante :

Lorsque tu as à rendre un devoir maison en mathématiques
Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?

Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.

42 % des élèves de notre échantillon déclarent vérifier les devoirs maison à partir d'éléments d'organisations mathématiques.

On s'interroge sur la distribution de cette variable en fonction du niveau de l'élève.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.

H_0 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de l'élève en mathématiques » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par situa5_savoir			
niveau(niveau)	situa5_savoir(situa5_savoir)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
B	96	78	174
	100.17	73.825	
	12.53	10.18	22.72
	55.17	44.83	
	21.77	24.00	
F	106	61	167
	96.145	70.855	
	13.84	7.96	21.80
	63.47	36.53	
	24.04	18.77	
M	147	91	238
	137.02	100.98	
	19.19	11.88	31.07
	61.76	38.24	
	33.33	28.00	
TB	92	95	187
	107.66	79.341	
	12.01	12.40	24.41
	49.20	50.80	
	20.86	29.23	
Total	441	325	766
	57.57	42.43	100.00
Fréquence manquante = 20			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	9.8722	0.0197
Test du rapport de vraisemblance	3	9.8569	0.0198
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.3244	0.2498
Coefficient Phi		0.1135	
Coefficient de contingence		0.1128	
V de Cramer		0.1135	

Interprétation des résultats statistiques

Les très bons vérifient leurs devoir maison au niveau des savoirs à hauteur de 51 %, les bons à hauteur 45 %, les moyens à 38 %et les faibles 37 %. Pour les bons et très bons, les attendus théoriques en cas d'indépendance sont inférieurs aux effectifs réels et inversement pour les moyens et les faibles. On observe une démarcation entre les très bons/bons et les moyens/faibles. La première catégorie vérifie plus en proportion les propriétés, théorèmes utilisés avant de rendre un devoir maison. La p-value de 0,0197 nous indique une liaison entre les deux variables considérées. On rejette H_0 au risque de 5 %.

Croisons cet item avec le niveau de classe.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.

H_0 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de classe » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par situa5_savoir			
classe(classe)	situa5_savoir(situa5_savoir)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
3eme	101	92	193
	110.89	82.106	
	13.10	11.93	25.03
	52.33	47.67	
	22.80	28.05	
4eme	125	98	223
	128.13	94.869	
	16.21	12.71	28.92
	56.05	43.95	
	28.22	29.88	
5eme	96	75	171
	98.253	72.747	
	12.45	9.73	22.18
	56.14	43.86	
	21.67	22.87	
6eme	121	63	184
	105.72	78.278	
	15.69	8.17	23.87
	65.76	34.24	
	27.31	19.21	
Total	443	328	771
	57.46	42.54	100.00
Fréquence manquante = 15			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	7.5656	0.0559
Test du rapport de vraisemblance	3	7.6633	0.0535
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	6.3095	0.0120
Coefficient Phi		0.0991	
Coefficient de contingence		0.0986	
V de Cramer		0.0991	

Interprétation des résultats statistiques

On compte pour cet item 48 % des élèves de troisième, 44 % de quatrième, 44 % de cinquièmes, et 34 % de sixièmes. Il y a une disparité entre les troisièmes et les sixièmes. Les élèves de troisième sont plus nombreux en réalité (92) à vérifier les savoirs par rapport à l'effectif théorique (82) en cas d'indépendance. Inversement pour les sixièmes on attend 78 alors que les effectifs réels sont de 63 élèves. On ne rejette pas H_0 au risque des 5 %, même si on constate que la p-value de 0,00559 n'est pas très éloignée de 0,05.

On poursuit par le croisement de la vérification par les éléments des organisations mathématiques avec les différentes catégories d'établissement.

Item : **Vérifies-tu tes résultats en géométrie ?**

Au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.

H_0 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont indépendantes.

H_1 : les variables « type d'établissement » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par situa5_savoir			
localisation(localisation)	situa5_savoir(situa5_savoir)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
REP	77 70.099 9.99 63.11 17.38	45 51.901 5.84 36.89 13.72	122 15.82
rural	163 174.67 21.14 53.62 36.79	141 129.33 18.29 46.38 42.99	304 39.43
ville	203 198.23 26.33 58.84 45.82	142 146.77 18.42 41.16 43.29	345 44.75
Total	443 57.46	328 42.54	771 100.00
Fréquence manquante = 15			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	2	3.7003	0.1572
Test du rapport de vraisemblance	2	3.7111	0.1564
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0461	0.8300
Coefficient Phi		0.0693	
Coefficient de contingence		0.0691	
V de Cramer		0.0693	

Interprétation des résultats statistiques

On observe la répartition suivante selon l'item considéré :

-37 % des élèves en REP

-46 % en zone rurale

-41 % des élèves en zone urbaine

On constate avec une p-value de 0,1572 supérieure à 0,05 que le type d'établissement n'influence pas la distribution des élèves.

On ne rejette pas H_0 au seuil des 5 %. On ne peut pas dire que les variables « type d'établissement » et « vérifier les savoirs avant de rendre un devoir maison » sont reliées.

Bilan sur les techniques de vérification en géométrie

Nous avons testé plusieurs items concernant la géométrie. Dans un premier temps, nous avons questionné la vérification des figures à l'aide des instruments : équerre, compas, rapporteur. Nous avons trouvé deux liens de dépendance, l'un avec le niveau de classe et l'autre avec le niveau de l'élève. Plus on monte dans les niveaux de classe, autrement dit plus l'âge augmente, moins les élèves utilisent leurs instruments de géométrie. On constate un pourcentage de 59 % en sixième sur cet item contre 38 % en troisième. Ce résultat est en cohérence avec l'évolution du rapport institutionnellement attendu à la géométrie et aux figures en fonction de la progressivité du programme du collège. Des exercices de constructions de figures sont surtout présents en sixième et cinquième alors que des figures à main levée sont le support des raisonnements en quatrième et troisième. Les tableaux de contingence nous montrent que la variable « vérification des figures avec les instruments » est liée au niveau de l'élève, avec une p-valeur de 0,0293. Ce sont les très bons mais aussi les élèves faibles qui présentent des taux forts d'usage des instruments de géométrie dans leur travail personnel. On peut s'interroger pour savoir si la nature de cette utilisation est tout à fait la même pour ces deux catégories d'élèves. L'analyse qualitative peut nous aider à affiner ce résultat.

Dans un deuxième temps, nous avons questionné les élèves pour savoir s'ils vérifiaient leurs raisonnements, et s'ils contrôlaient leurs réponses par des théorèmes, des propriétés, des définitions, au sein des devoirs maison. Nous voulions mettre en évidence l'importance accordée au bloc technologico-théorique en fonction du niveau de l'élève. Les résultats sont probants. Il existe un lien fort entre le niveau de l'élève et l'importance accordée au bloc technologico-théorique. Chez les très bons élèves en mathématiques, il occupe une place prépondérante. Pour ce qui concerne les raisonnements, la p-valeur est inférieure à 0,001 montrant un écart hautement significatif, et à 0,0197 quant à la vérification grâce aux technologies. 51 % des très bons élèves contre 37 % des élèves faibles recherchent une possibilité de contrôle de leurs dans leurs réponses à l'aide des propriétés, théorèmes. En outre il existe un écart significatif (p-valeur égale à 0,02) entre les différents types d'établissements en ce qui concerne la vérification des raisonnements. Ce sont les élèves issus des collèges de REP qui les vérifient le moins. On peut relier ce constat au taux d'élèves faibles qui est plus élevé en REP.

3.7.3.5 Conclusion sur les techniques de vérification

Le devoir à la maison constitue un moment de travail où l'élève s'engage de manière plus approfondie dans l'étude. Il est visé par le professeur, peut-être même évalué par une note, ce qui donne à ce travail plus d'importance à partir de la pression exercée sur le contrat didactique. La question de la vérification des réponses données est donc d'autant plus importante dans ce type de devoirs. Cela nous permet de mettre en lumière comment les élèves contrôlent leurs résultats. L'item est scindé en deux parties, entre domaine calculatoire et domaine de la géométrie. On aurait certes pu affiner l'étude en interrogeant d'autres domaines comme l'algèbre, la statistique ou les probabilités ; ce qui aurait nécessité un questionnaire plus précis. Mais en prétest, on avait pu constater que les

collégiens ne répondaient pas à des questionnaires qu'ils jugeaient trop longs ; ce qui nous a obligée à faire un choix.

On observe des différences entre calculs d'une part et géométrie d'autre part. Environ 77 % des élèves vérifient leurs calculs contre 50 % qui vérifient leurs figures en géométrie. La vérification des calculs est davantage aisée, dans la mesure où elle peut aisément s'effectuer à l'aide de la calculette.

La « vérification des raisonnements » en géométrie nécessite un recours à une ou plusieurs ressources. Elle oblige à situer sa pensée dans une dialectique média-milieu. Cette « vérification-contrôle » peut être exercé par une aide à l'étude, le média s'inscrivant dans un rapport social. Par exemple, un élève peut demander à un camarade s'il a trouvé les mêmes résultats que lui, ou encore à ses parents si l'exercice est juste. Cette dialectique média-milieu peut passer par le recours à des ressources exclusivement mathématiques. L'élève s'appuie alors sur les technologies étudiées et sur leurs domaines de validité : « peuvent-elles s'appliquer dans ce cas particulier qu'est le problème de mon devoir maison ? » Les technologies peuvent aussi permettre l'exercice du contrôle par la recherche d'incohérences : un cosinus ou une probabilité plus grands que 1 à l'issue d'un calcul, par exemple.

Depuis les résultats du questionnaire, on peut observer que les élèves des catégories « très bons » et « bons » élèves en mathématiques déclarent vérifier davantage que les élèves des deux autres catégories, à l'aide de raisonnements et en recourant aux théorèmes, propriétés, définitions. On retrouve en ce point l'aspect fondamental de la dimension technologique dans le contrôle des réponses par les très bons et bons élèves. Le résultat obtenu est statistiquement significatif. Les très bons élèves accordent une plus grande importance au bloc technologico-théorique ; ce qui leur permet d'exercer un contrôle sur les techniques qu'ils apprennent, autrement dit sur le bloc pratico-technique. A l'opposé, et de manière statistiquement significative, les élèves des établissements en réseau éducation prioritaire pratiquent moins la vérification des raisonnements que leurs camarades issus des établissements ruraux ou de centre-ville. On peut relier ce résultat aux conclusions de Rochex et Crinon (2012) travaillant sur les inégalités scolaires dans les zones REP à l'école primaire, qui montrent que « certaines logiques sont vectrices d'inégalités ». Pour expliquer cela, ils mettent en effet en évidence certains phénomènes propres aux zones REP. Tout d'abord, une « focalisation sur les tâches au détriment des savoirs dont l'acquisition est pourtant à la base de l'évaluation et de la sélection scolaires. » (Morel, 2012, p. 2) Nos résultats quantitatifs permettent de constater de même que les élèves issus de REP se focalisent plutôt sur le bloc pratico-technique, et moins sur le bloc technologico-théorique.

Toujours pour ce qui concerne les vérifications par les élèves de leur travail personnel, un autre résultat étonne : les élèves des catégories « très bons » mais aussi des élèves « faibles » vérifient de manière conséquente leurs figures de géométrie avec les instruments de géométrie. On peut s'interroger sur la fonction de cette vérification. Les

faibles le font-ils par contrat, afin de montrer un engagement dans le travail demandé, parce qu'ils ne parviennent pas à produire un raisonnement à partir de la figure et répondre aux questions du problème ? Peut-on envisager qu'ils se raccrochent à une technique, la construction de la figure, qu'ils connaissent mieux ? Les très bons le font-ils pour appuyer le raisonnement, étant entendu qu'une figure réalisée soigneusement et en vraie grandeur peut être un atout pour donner des idées et aider à trouver des liens dans un raisonnement. Le milieu d'un segment, par exemple, ou encore un angle droit peut être mis en évidence et donc en valeur grâce à une figure réalisée en vraie grandeur et soigneusement.

Le questionnaire ne nous permet pas de répondre à ces questions. Aussi sont-elles pour l'instant à ranger dans ce qui relève de l'ordre des suppositions. En outre ce sont surtout les élèves de sixième qui vérifient leurs figures de géométrie grâce aux instruments. Cela n'est pas étonnant compte tenu de la progressivité du programme aménageant des transitions entre une géométrie de la perception et une géométrie déductive. Aussi, le rapport de la plupart des élèves de sixième à la géométrie est-il encore de l'ordre d'une géométrie instrumentale construite sur des *problématiques pratiques*.[34] A partir de la cinquième, les problèmes engagent vers des *problématiques géométriques*, laissant peu à peu de côté les raisonnements qui s'appuient sur des mesures grâce à des instruments de géométrie et donnant au fur et à mesure de plus en plus de place aux figures moins soignées, voire à main levée.

On peut synthétiser les résultats concernant les techniques de vérification dans le tableau suivant. Les croix indiquent une absence de mise en évidence de lien de dépendance.

DEVOIR MAISON Lien de dépendance ?	**Pourcentage de la population totale**	**Niveau de l'élève en mathématiques**	**Niveau de classe**	**Type d'établissement**
Vérification des calculs	77 %	x	x	x
Vérification des figures	50 %	Oui p-valeur = 0,0293	Oui p-valeur <0,0001	x
Vérification des raisonnements	47 %	Oui p-valeur <0,001	x	Oui p-valeur =0,02
Vérification grâce au bloc technologico-théorique	45 %	Oui p-valeur =0,0197	x	x

[34] *Cf*. Berthelot-Salin, ibid.

3.8 Conclusions sur les techniques d'étude

Nous avons recueilli par l'intermédiaire d'un questionnaire distribué à 786 collégiens de la région Auvergne des données sur les techniques d'étude qu'ils utilisent dans leur travail personnel quotidien ainsi que pour réviser des contrôles de mathématiques.

Le panel est formé d'élèves allant de la sixième à la troisième, en proportions égales pour ces quatre niveaux de classe. La répartition, en termes de niveaux en mathématiques se décline en quatre paliers (très bon, bon, moyen et faible) qui correspond à la distribution de l'enquête CEDRE de 2015 pour les catégories « élèves faibles » et « élèves d'un très bon niveau ». Elle diffère de 3 % à 5 % pour les catégories « moyens » et « bons ».

Notre échantillon est représentatif sur la variable « type d'établissement » – rural, REP et urbain – au seuil des 95 %. Il donne donc un aperçu de la population auvergnate des collèges, qui est composée d'un plus grand pourcentage d'établissements ruraux par rapport à la population française. La plupart des élèves ne possèdent pas de livres autres que le manuel prêté par l'établissement mais 98 % des élèves de notre échantillon ont un accès à l'Internet. Notre principale question était la suivante : quelles sont les techniques d'étude développées par ces collégiens quotidiennement ?

Environ 62 % des élèves parlent régulièrement de mathématiques en dehors de la classe. Les élèves moyens et très bons ainsi que les élèves ruraux discutent davantage des cours de mathématiques que les autres de manière informelle. Les élèves en zone REP sont ceux qui présentent les taux les plus faibles en termes de discussions informelles. Les élèves de sixième en parlent le moins et les élèves de troisième le plus. La majorité de l'aide est apportée par la famille et les camarades, de manière indifférente selon le niveau en mathématiques de l'élève. L'accompagnement familial est très présent en sixième et diminue au fil des années. Il est remplacé par une aide croissante des camarades de classe.

Comme pour ce qui concerne les discussions informelles, l'entraide entre pairs est importante en zone rurale alors qu'elle est faible en zone REP. Le professeur est une aide à l'étude qui reste marginale. Il en va de même pour les autres acteurs du système éducatif : surveillants, documentaliste, intervenants pour l'aide aux devoirs. Les élèves de collège travaillent par habitude au jour le jour, sans s'adapter à la difficulté des exercices, ni au temps imparti. Dans leur travail quotidien, le cahier de leçon reste une référence pour 86 % d'entre eux. Ensuite vient le recours au cahier d'exercices pour les deux tiers de notre échantillon, et enfin l'Internet pour la moitié des élèves. Chez les très bons élèves, on observe un fort taux d'usage du cahier des années précédentes, alors que globalement celui-ci est très peu employé par le reste des élèves du panel. Les très bons élèves cherchent à prendre appui sur des praxéologies anciennement étudiées pour construire celles de l'année en cours. De plus les bons élèves sont en quête de technologies lorsqu'ils sont en difficulté dans un exercice ou problème, alors que les élèves moyens et faibles sont plutôt à la recherche d'exemples corrigés, donc de techniques. Quant au manuel utilisé à hauteur de 23 %, il est davantage employé dans les zones rurales, et moins dans les zones REP. De plus, les élèves faibles recourent plutôt à la consultation d'œuvres qui s'éloignent

du quotidien immédiat de la classe : l'Internet, les livres. Par la suite, on pose l'hypothèse suivante :

> H_1 « Les très bons élèves travaillent dans une optique de continuité des apprentissages. Ils évaluent les types de tâches qui relèvent de l'ancien et ce qui relève de tâches nouvellement étudiées. Ils choisissent les œuvres intégrant le milieu d'étude de manière ciblée pour « coller au plus près » au contrat didactique. A l'inverse, les élèves faibles cherchent à s'échapper du contrat didactique de la classe en allant rechercher ailleurs des documents. Il s'agirait en quelque sorte d'une attitude de fuite ou d'évitement. »

Quelles sont les techniques d'étude que nous avons collectées sur notre échantillon pour réviser un contrôle ?

En premier lieu, la quasi-totalité des élèves (95 %) relisent la leçon issue de la classe. Ce geste de lecture constitue une technique d'étude générale, quel que soit le niveau de classe, de la sixième à la troisième, dans tout type d'établissement, et pour tous les niveaux en mathématiques. On peut donc relever le statut universel important accordé aux leçons. En second lieu, on trouve des gestes liés à la lecture ou à la réalisation d'exercices. Sur ce point, on obtient les résultats suivants.

- 72 %des élèves relisent les exercices qu'ils jugent importants, c'est-à-dire après les avoir sélectionnés selon des critères choisis qui leur sont propres et 33 % les refont effectivement.
- 52 % des élèves cherchent une méthode générale lorsqu'ils relisent ou refont les exercices. Cette technique est surtout pratiquée chez les très bons élèves et les élèves de troisième. Elle n'est pas associée à un type d'établissement en particulier. Environ 37 % des élèves réalisent des exercices supplémentaires en dehors de ceux traités en classe.

On trouve peu d'élèves qui relisent (31 %) ou refont (10 %) intégralement les exercices issus de la classe. Les très bons élèves révisent plus que les autres les notions antérieures, et cherchent à trouver des techniques générales à travers la résolution des exercices. En classes de sixième et de troisième, les élèves sont plus enclins à réviser les notions des années passées. Les exercices supplémentaires sont à attribuer en grande partie aux élèves de sixième et de cinquième. Les élèves de troisième et de quatrième sont plus attachés aux exercices de la classe.

En ce qui concerne la gestion du temps, les élèves ne définissent pas d'horaire fixe pour travailler les devoirs à la maison. 80 % des élèves s'avancent dans leur travail alors que pour les devoirs surveillés, la majorité des élèves commencent à réviser seulement quelques jours avant la date prévue pour ce contrôle. Malgré une aide familiale quasiment identique dans la planification des devoirs, les élèves des zones REP s'avancent moins dans leur travail.

En ce qui concerne les devoirs à la maison, au fur et à mesure que les élèves s'élèvent dans les niveaux de classe, ils réalisent davantage de brouillons. Nombreux sont les élèves qui vérifient les calculs alors qu'en géométrie cela est moins fréquent. Les bons élèves

déclarent vérifier plus que les autres les théorèmes et les propriétés qu'ils utilisent ainsi que leurs raisonnements ; ce résultat apparaît de manière statistiquement significative. Ils accordent donc une importance accrue au bloc technologico-théorique.

Nous proposons ci-dessous de mettre en parallèle les résultats obtenus par C. Félix en 2004 et les nôtres. Peut-on mettre ici en évidence une évolution dans les techniques d'étude ?

Technique d'étude	**2004**	**2019**
relire la leçon	56 %	95 %
faire des exercices	73 %	72 %
reprendre tous les exercices	46 %	31 % en relecture et 10 % les refont
reprendre certains exercices	34 %	72 %
faire des exercices supplémentaires	21 %	37 %

Il faut prendre garde, dans cette comparaison, au fait qu'au-delà des différences de date et à quinze années d'écart, les panels interrogés par C. Félix et le nôtre sont différents dans leur composition. L'échantillon de C. Félix n'est pas auvergnat, ce qui implique des différences dans la proportion d'élèves ruraux, par exemple. Les populations sociales sont elles-aussi distinctes. Ceci étant, un pourcentage nous interpelle : celui de la relecture de la leçon. Il concerne un élève sur deux en 2004 et 95 % en 2019, ce qui, au-delà des différences de panels, semble montrer un écart notable. Il existe une évolution majeure au niveau de la leçon. On peut poser l'hypothèse que la structure de la leçon a fortement évolué depuis 2004 et que ces changements ont induit des évolutions dans les techniques d'étude.

Exposant ses résultats, Félix mentionne que les élèves qu'elle a interrogés déclarent commencer par lire la leçon, puis apprendre par cœur les théorèmes, et enfin résoudre des exercices. Le chapitre qui suit sur le rapport à l'étude permettra de mettre en exergue une éventuelle évolution sur ce point de vue à partir de résultats quantitatifs. L'objectif de l'approche qualitative qui fera suite sera d'offrir un croisement et des compléments de manière plus précise afin de mieux connaître comment se construit ou évolue son rapport personnel lorsque l'élève lit sa leçon ou lorsqu'il relit des exercices. Pour l'instant la seule approche quantitative ne nous permet pas d'observer de différences entre le bon élève et l'élève faible qui relit ou refait des exercices qu'il considère importants. On peut d'ailleurs s'interroger sur les critères qui permettent à l'élève de juger de l'importance d'un exercice. Sont-ils de la même nature chez le bon élève et chez l'élève faible ?

4. Rapport à l'étude des élèves – Le travail personnel en fonction de l'organisation didactique

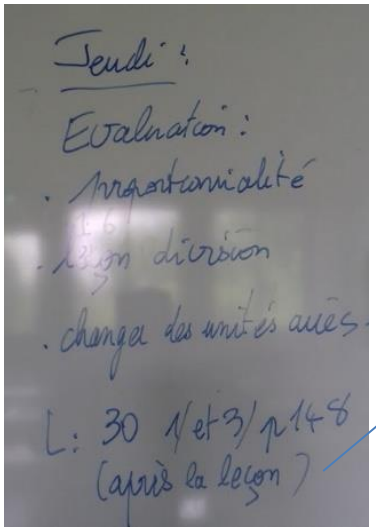
Dans cette partie, nous cherchons à appréhender le rapport à l'étude des mathématiques des collégiens de notre panel. Le sujet est délicat puisque ces rapports sont d'ordre privé et grandement implicites, ce qui les rend d'autant plus difficiles à atteindre. Il existe en amont, ce qu'on pourrait en première approche qualifier de représentations de l'apprentissage chez les élèves, qui permettent de comprendre pour quoi l'utilisation de telle ou telle technique d'étude plutôt que d'autres. En dehors de toute contrainte, temporelle ou spatiale, le type générique de rapport à l'étude conditionne en partie les gestes mobilisés par les élèves dans leur travail personnel. Autrement dit, nous visons dans ce paragraphe, au sein des praxéologies d'étude, les technologies qui justifient l'emploi des techniques d'étude que nous avons mises en évidence dans le chapitre précédent. Il est crucial de se pencher sur ces éléments technologiques personnels puisqu'ils pilotent les gestes auxquels recourent les élèves dans leur travail personnel. Ces technologies, fruits de divers assujettissements à des rapports variables et socialement peu stabilisés à ce que doit être l'étude et pourquoi elle doit être ainsi, peuvent donc *a priori* être diverses, variant d'un individu à un autre. Le questionnaire, tel qu'il est bâti, ne nous permet pas d'accéder en détails à ce rapport à l'étude. Aussi, dans cette partie, nous ne retiendrons que deux grands modes. Le premier consiste à envisager l'étude dans sa forme magistrale et ostensive. La forme ostensive que nous évoquons est définie par Guy Brousseau lors de la VIII^{e} école d'été de didactique des mathématiques :

> Le professeur « montre » un objet, ou une propriété, l'élève accepte de le « voir » comme le représentant d'une classe dont il devra reconnaître les éléments dans d'autres circonstances. La communication de connaissance, ou plutôt de reconnaissance, ne passe pas par son explicitation sous forme d'un savoir. (Brousseau, 1996, p. 46)

Dans le cas de l'ostension, l'enseignement est donc basé sur l'exposition des savoirs. Traditionnellement, l'apprentissage est vu comme un processus qui va de l'ostension des organisations mathématiques et leurs applications qui ont été montrées, éventuellement en usant de métaphores, à l'engagement de l'élève dans exercices et problèmes qui suivent cette « monstration ». On devine ici un schéma d'étude classique, du type cours puis exercices. Ce mode d'apprentissage est très ancien. Il repose sur la transmission des connaissances et l'étude en partie par imitation ou reconnaissance. Il est à relier au paradigme de la visite des œuvres :

> La plus grande part de la masse sociale des activités didactiques scolaires ou universitaires s'inscrit, aujourd'hui encore, dans le paradigme dit de la visite des œuvres, lui-même associé à une pédagogie d'enseignement, où, comme ce mot l'indique, *Y* montre les œuvres *O* à *X* et les lui fait visiter à l'instar de monuments vénérables. (Ladage & Chevallard, 2011, p. 2)

A titre d'illustration, on peut observer ci-dessous la photo de la liste des devoirs donnés par un professeur de mathématiques de sixième sur le tableau qu'elle a oublié d'effacer, pour comprendre que cette forme dominante d'enseignement s'immisce aussi dans le travail à la maison.



Sur le livret d'exercices L, le numéro 30 page 148 questions 1 et 3 sont à étudier après la leçon.

Extrait des devoirs donnés sur le tableau blanc d'une enseignante de sixième

L'enseignante précise dans ses consignes que les exercices sont à réaliser après avoir lue ou apprise la leçon, encourageant un mode d'apprentissage lors du travail à la maison du type « cours puis exercices ». Le deuxième mode d'étude basé sur un apprentissage partant de questions, tel que le décrivent C. Ladage et Y. Chevallard dans « Enquêter avec l'Internet : études pour une didactique de l'enquête », s'inscrit à l'opposé dans *le paradigme du questionnement du monde et de la pédagogie de l'enquête.*

> Au paradigme de la visite des œuvres et à la pédagogie de l'enseignant, nous opposons ici le paradigme *du questionnement du monde* et la *pédagogie de l'enquête*, dont la présentation et l'analyse occuperont la suite de ce travail. Pour fixer quelques repères, précisons d'abord que, dans ce paradigme, le questionnement d'une œuvre *O* est regardé comme partie intégrante du travail du système didactique *S* (*X* ; *y* ; *O*) ; ensuite que l'élaboration d'une réponse *R* à une question *Q* ainsi proposée n'est plus la prérogative du *professeur* y mais qu'elle est *au cœur du travail* de *X* sous la direction de *y*, ce dernier cessant de « professer » pour devenir un *directeur d'étude* ou *directeur d'enquête*. (Ibid., p.2)

Ces deux formes de l'étude correspondent aux modes *rétroactif* et *proactif* définis par C. Ladage et Y. Chevallard.

> Le mode d'étude rétroactif tend à faire que, dans le milieu *M* du schéma herbartien développé, n'apparaîtront guère que des réponses $R^{\lozenge}$ et des œuvres *déjà connues* de l'enquêteur, au lieu d'avoir été (re)découvertes (voire créées) *pour les besoins de l'enquête*. À cela s'oppose alors le mode d'étude *proactif*, où ce qui est à connaître pour élaborer une réponse $R^{\blacktriangledown}$ à la question *Q* étudiée n'a pas à être connu antérieurement mais est regardé par principe comme étant *devant soi*. C'est une telle attitude qui commande la notion d'enquête telle que nous l'étudions ici : conçue comme le nerf de la guerre dans le combat pour s'arracher à l'ignorance – on enquête pour connaître –, celle-ci suppose le passage – difficile, nous le verrons – de la rétrocognition traditionnelle à la *procognition*, à la cognition « vers l'avant », qui, bien qu'elle soit

> traditionnellement celle du chercheur, en tout domaine, a aujourd'hui encore si peu de part dans l'éducation commune. (Ibid., p.3)

Deux items du questionnaire nous permettent de dégager des informations sur des ingrédients technologiques de l'étude des mathématiques : la question 12 et la question 17.

4.1 La question 12

Ci-dessous on rappelle l'énoncé de la question 12 qui apparaît lors de la situation 4, c'est-à-dire au moment des révisions d'un contrôle.

Comment gères-tu ton temps ?
Réponse codée 1 : J'apprends ma leçon puis je fais les exercices.
Réponse codée 2 : Je fais des exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.
Réponse codée 3 : Autre, précise.

Au-delà de l'aspect temporel, c'est bien le rapport à l'étude des mathématiques qui est interrogé dans cette question. Le cours étant élaboré à partir de réponses *toutes faites R◊*, on reconnaît dans la réponse, un schéma du type « cours puis exercices » correspondant au mode d'étude *rétroactif.*

4.1.1 Les résultats de la question 12

Lors du dépouillement, 43 élèves n'ont pas répondu à cette question, d'apparence banale. Il nous semble que cela fournit un indice relatif à la difficulté de la question. En outre, 78 élèves ont coché la réponse 3 « autre ». Dans la population totale de notre échantillon on obtient donc :

- 43 % de réponses 1
- 46 % de réponses 2
- 11 % de réponses 3

De nombreux élèves n'ont pas précisé ce qu'ils entendaient par « autre ». Ces réponses sont par conséquent inexploitables. Pour ceux d'entre eux qui ont justifié, voici les différents motifs exposés :

- Je ne révise pas
- Je ne fais pas d'exercices
- Je n'apprends pas les leçons.

Notre objectif est d'entrevoir la perception de l'étude des mathématiques dans l'articulation Cours/Exercices et de la croiser avec les trois paramètres, le niveau de l'élève, le niveau de classe et le type d'établissement. Il est certain que la question devient caduque si les élèves ne révisent pas ou s'ils occultent l'un des deux versants de la question ; cet aspect n'avait pas été identifié lors des pré-tests du questionnaire.

Dans cette partie du traitement statistique, nous avons opté pour l'élimination de la réponse 3. Par conséquent, pour la question 12, 121 réponses sont manquantes, ce qui réduit l'analyse à 665 élèves. On introduit une variable « Rapport au cours » codée 1 lorsque l'élève commence par le cours et codée 2 lorsque l'élève utilise le cours lorsqu'il bute sur un exercice. Pour cette variable, dans le panel diminué des réponses 3, on obtient :

- 48 % pour la réponse 1, mode *rétroactif*
- 52 % pour la réponse 2.

Toutefois, la question 12 concerne le moment de révision des contrôles, souvent le dernier maillon de la chaîne dans les séquences d'apprentissage initiées par les professeurs. Ce moment n'est plus celui de la construction progressive des organisations mathématiques au sein de la classe ou lors du travail quotidien. Ainsi, est-il envisageable qu'un élève qui s'est posé des questions tout au long de l'apprentissage dans son travail personnel au quotidien, en adoptant pour cela un *mode d'étude proactif*, n'ait pas nécessairement besoin de revenir vers un moment de travail de la technique et de l'organisation mathématique qui se matérialiserait par un retour sur des exercices. Une simple relecture des réponses $R^{\lozenge}$ de la leçon lui suffiront à se remémorer les questions qui ont porté l'étude et les praxéologies qu'elles ont générées. Il n'est pas donc pas incompatible de cocher la réponse 1 mais de s'être engagé dans une conception proactive de l'apprentissage. Il nous semble cependant que ce cas est peu fréquent.

En outre, l'élève qui coche la réponse 2 ne se situe pas nécessairement dans une dynamique de questionnement et d'enquête. Si le questionnaire nous donne des pistes de réflexion, il semble indispensable de compléter les résultats par une approche qualitative qui sera menée ultérieurement. On perçoit ici les limites du questionnaire qui demande de choisir entre deux possibilités, la troisième n'ayant recueilli que peu de réponses auprès des collégiens. Cependant le croisement de cet item avec les paramètres, « niveau de l'élève en mathématiques », « niveau de classe » et « type d'établissement » peuvent nous donner des renseignements précieux à partir d'une différenciation portée par d'autres variables. Plus qu'une répartition entre les réponses 1 et 2, nous cherchons donc les distributions en fonction de ces trois paramètres. Sous les réserves énoncées précédemment, on commence par observer la répartition des réponses à la question 12, en fonction du niveau de l'élève.

Item : **Comment gères-tu ton temps ?**

Réponse codée 1 : J'apprends ma leçon puis je fais les exercices

Réponse codée 2 : Je fais des exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.

H_0 : les variables « niveau de l'élève » et « rapport au cours » sont indépendantes.

H1 : les variables « niveau de l'élève » et « rapport au cours » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par rapport_cours			
niveau	**rapport_cours(rapport_cours)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**1**	**2**	**Total**
B	70 73.143 10.53 46.05 21.88	82 78.857 12.33 53.95 23.77	152 22.86
F	58 68.331 8.72 40.85 18.13	84 73.669 12.63 59.15 24.35	142 21.35
M	113 102.98 16.99 52.80 35.31	101 111.02 15.19 47.20 29.28	214 32.18
TB	79 75.549 11.88 50.32 24.69	78 81.451 11.73 49.68 22.61	157 23.61
Total	320 48.12	345 51.88	665 100.00
Fréquence manquante = 121			

Interprétation des résultats statistiques

La population est partagée en deux parties de manière presque égales. 50 % des très bons commencent par apprendre la leçon. 46 % des bons, 53 % des moyens et 41 % des faibles débutent par la leçon. On observe peu de variations d'une catégorie d'élèves à une autre. Les faibles sont plus nombreux à ne pas commencer par la leçon. Cependant, la p-value résultant du test du khi-deux est égale à 0,1414. Elle est donc supérieure à 0,05. Par conséquent ces écarts ne sont pas significatifs. On ne rejette pas H_0 au risque de 5 %. On ne peut pas dire que les variables niveau de l'élève et le fait de commencer ou non par la leçon les révisions d'un contrôle de mathématiques sont liées.

En conclusion, on observe peu de variations en fonction du niveau de l'élève en mathématiques.

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	5.4551	0.1414
Test du rapport de vraisemblance	3	5.4754	0.1401
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.0613	0.1511
Coefficient Phi		0.0906	
Coefficient de contingence		0.0902	
V de Cramer		0.0906	

On poursuit l'étude par la distribution en fonction du niveau de classe.

Item : **Comment gères-tu ton temps ?**

Réponse codée 1 : J'apprends ma leçon puis je fais les exercices

Réponse codée 2 : Je fais des exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.

H_0: les variables « niveau de classe » et « rapport au cours » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de classe » et « rapport au cours » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par rapport_cours			
classe(classe)	rapport_cours(rapport_cours)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	Total
3eme	69	91	160
	77.126	82.874	
	10.33	13.62	23.95
	43.13	56.88	
	21.43	26.30	
4eme	77	113	190
	91.587	98.413	
	11.53	16.92	28.44
	40.53	59.47	
	23.91	32.66	
5eme	77	74	151
	72.787	78.213	
	11.53	11.08	22.60
	50.99	49.01	
	23.91	21.39	
6eme	99	68	167
	80.5	86.5	
	14.82	10.18	25.00
	59.28	40.72	
	30.75	19.65	
Total	322	346	668
	48.20	51.80	100.00
Fréquence manquante = 118			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	14.8170	0.0020
Test du rapport de vraisemblance	3	14.8822	0.0019
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	11.8593	0.0006
Coefficient Phi		0.1489	
Coefficient de contingence		0.1473	
V de Cramer		0.1489	

Interprétation des résultats statistiques

43 % des élèves de troisième, 41 % en quatrième, 51 % en cinquième et 59 % en sixième commencent par étudier le cours lors des révisions d'un contrôle.

On constate une disparité dans la répartition selon le niveau de classe. Le niveau sixième présente un taux plus fort d'élèves qui étudient tout d'abord la leçon. Pour la réponse 1 (cours en premier) les attendus théoriques sont situés en-dessous des effectifs réels alors qu'en classes de quatrième et troisième, l'ordre s'inverse. La p-value égale à 0,002 bien inférieure à 0,05 nous indique que les variables ne sont pas indépendantes. On rejette H_0 au seuil des 5 %. Les élèves de troisième et quatrième sont plutôt engagés dans une dynamique de pratique d'exercices liée à une recherche dans le cours lorsqu'ils sont bloqués alors que les élèves de sixième et de cinquième commencent par la leçon puis dans un deuxième temps réalisent les exercices.

Que se passe-t-il en fonction du type d'établissement ?

Item : **Comment gères-tu ton temps ?**
Réponse codée 1 : J'apprends ma leçon puis je fais les exercices
Réponse codée 2 : Je fais des exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.

H_0 : les variables « type d'établissement » et « rapport au cours » sont indépendantes.
H_1 : les variables « type d'établissement » et « rapport au cours » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par rapport_cours			
localisation	**rapport_cours(rapport_cours)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**1**	**2**	**Total**
REP	56 51.096 8.38 52.83 17.39	50 54.904 7.49 47.17 14.45	106 15.87
rural	151 128.7 22.60 56.55 46.89	116 138.3 17.37 43.45 33.53	267 39.97
ville	115 142.2 17.22 38.98 35.71	180 152.8 26.95 61.02 52.02	295 44.16
Total	322 48.20	346 51.80	668 100.00
Fréquence manquante = 118			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	18.4112	0.0001
Test du rapport de vraisemblance	2	18.5188	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	11.8611	0.0006
Coefficient Phi		0.1660	
Coefficient de contingence		0.1638	
V de Cramer		0.1660	

Interprétation des résultats statistiques

Les élèves qui commencent par étudier le cours avant les exercices représentent 53 % d'entre eux en zone REP, 57 % en zone rurale et 39 % pour les établissements de centre-ville. Ces écarts sont significatifs puisque la P-value de 0,0001 nous montre une forte corrélation, confirmée par un test de vraisemblance inférieur à 0,0001. On rejette H_0 au seuil 0,05. Le type d'établissement influence fortement le rapport des élèves à la leçon. Les élèves de zone rurale ainsi qu REP ont un taux fort d'élèves qui étudient en premier la leçon puis font des exercices en appliquant cette leçon.

4.1.2 Bilan de la question 12 : le rapport au mode cours/exercices

Environ la moitié (48 %) des élèves commencent par étudier le cours avant de s'engager dans des exercices lorsqu'ils révisent un contrôle de mathématiques, s'inscrivant ainsi dans un mode rétroactif. On ne peut pas affirmer que le niveau de l'élève en mathématiques, très bon, bon, moyen, faible, intervienne dans cette manière de faire. En revanche, on observe une démarcation entre les élèves de sixième/cinquième d'une part et les élèves de quatrième/troisième d'autre part. Les sixième/cinquième sont donc plutôt dans un mode *rétroactif.* Cette constatation peut être reliée aux conclusions du paragraphe 3.6.3.2 sur les techniques d'étude lors du travail quotidien. Les élèves de sixième et de cinquième sont plus nombreux à apprendre par cœur des leçons de mathématiques à partir de leur cahier de leçon, par rapport aux quatrième et troisième qui ne se contentent pas de relire et apprendre mais qui s'engagent dans des pratiques mathématiques de résolution d'exercices.

Avec le temps, les élèves sont de plus en plus rompus à l'étude de problèmes mathématiques. Une plus grande proportion d'élèves, en s'élevant dans les niveaux scolaires, s'écartent ainsi d'une vision de l'apprentissage qui serait indifférenciée et valable pour toute discipline scolaire. Le mode d'étude *rétroactif* que l'on pourrait imaginer convenir dans d'autres matières comme en histoire-géographie – sous réserve de confirmation donnée par des didacticiens de cette discipline scolaire –, semble avoir un bien faible rendement en mathématiques. Est en effet évaluée dans cette discipline la capacité à résoudre des problèmes, autrement dit la capacité à identifier et mettre en œuvre pour cette résolution, et éventuellement en les adaptant au sein de contextes présentant parfois quelques degrés de nouveauté, des organisations mathématiques antérieurement étudiées ; ce qui suppose au minimum une maîtrise de techniques.

Les élèves des zones rurales et de REP sont davantage engagés dans un mode *rétroactif,* du type « cours puis exercices », que les élèves de centre-ville, sans que l'on puisse expliquer cette disparité. On peut résumer les liens de dépendance mis en exergue par un tableau.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
J'apprends ma leçon puis je fais des exercices.	x	Oui p-valeur = 0,002 taux plus fort en sixième et en cinquième	Oui p-valeur = 0,0001 taux plus fort en REP et zone rurale

4.2 La question 17

On continue d'explorer les résultats de la question 17 dont l'énoncé est le suivant.

Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :
Apprendre par cœur est indispensable/utile/inutile
Connaître les explications, les justifications est indispensable/utile/inutile.
Résoudre des problèmes est indispensable/utile/inutile

La question « apprendre par cœur » fait appel à une vision ancrée dans la *rétrocognition* traditionnelle. Les deuxième et troisième questions nous permettent d'apprécier l'importance que l'élève accorde aux ingrédients technologiques. Dans le *paradigme du questionnement du monde et de la pédagogie de l'enquête,* l'élève se crée un milieu idoine qui lui permet de construire la réponse $R^{\heartsuit}$. Cela passe par l'identification et la mobilisation d'œuvres adéquates, et donc nécessairement par leur confrontation à travers des éléments technologico-théoriques. Dans le questionnaire, l'usage des mots « justifications » et « explications » pour fonction de susciter chez les élèves des réponses qui renvoient à des éléments technologico-théoriques. Cependant, si dans une vision proactive de l'étude, le bloc technologico-théorique a toute son importance, il peut aussi avoir sa place dans un mode d'étude rétroactif. Ainsi cette question vise plutôt à appréhender le mode proactif par négation. Si l'élève déclare inutile de « connaître les justifications et les explications », cela prouve qu'il n'est pas dans une perception proactive de l'étude.

4.2.1 Les résultats de la question 17

On obtient les résultats ci-dessous.

	Indispensable	Utile	Inutile
Apprendre par cœur	29 %	58 %	13 %
Connaître les explications et les justifications	40 %	57 %	3 %
Résoudre des problèmes	25 %	67 %	7 %

On peut relever que peu d'élèves cochent la réponse inutile (3 %) relative aux justifications à connaître. Beaucoup d'élèves cochent la réponse « utile ». Il nous semble que cette réponse « entre-deux » ne nous permet pas d'accéder aux rapports des élèves. Ainsi, nous avons restreint le panel aux élèves qui ont des réponses plus tranchées, à savoir « inutile » ou « indispensable ». L'échantillon présente un grand nombre de réponses manquantes. Pour « apprendre par cœur » il reste 324 élèves. Pour « justifier », l'échantillon est réduit à 320 élèves. Ces résultats nous servent d'indicateurs pour la suite

au cours de laquelle nous affinerons l'analyse grâce à l'approche qualitative. Pour la réponse « résoudre des problèmes » 25 % des élèves considèrent la résolution de problèmes en mathématiques comme indispensable, 67 % comme utile et 7 % comme inutile. On remarque d'ores et déjà que très peu d'élèves envisagent la résolution de problèmes comme inutile en mathématiques. Dans ce cas encore, beaucoup d'élèves cochent la réponse « utile », qui ne permet pas de prendre position de manière franche sur la question. La distribution des réponses ne variant pas en fonction des trois paramètres, nous ne développerons pas les résultats obtenus par le logiciel SAS pour cet item. On s'intéressera aux deux premières.

Quels sont les résultats du panel restreint aux réponses 1 et 3 aux items « apprendre par cœur » et « connaître les justifications et les explications » ? On commence par l'analyse en fonction du niveau de l'élève.

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que : Apprendre par cœur est indispensable/inutile**

H_0 : les variables « niveau de l'élève » et « apprendre par cœur » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de l'élève » et « apprendre par cœur » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par apprendre_coeur			
niveau(niveau)	apprendre_coeur(apprendre_coeur)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	indispensable	inutile	Total
B	47	22	69
	49.833	19.167	
	14.51	6.79	21.30
	68.12	31.88	
	20.09	24.44	
F	40	17	57
	41.167	15.833	
	12.35	5.25	17.59
	70.18	29.82	
	17.09	18.89	
M	81	26	107
	77.278	29.722	
	25.00	8.02	33.02
	75.70	24.30	
	34.62	28.89	
TB	66	25	91
	65.722	25.278	
	20.37	7.72	28.09
	72.53	27.47	
	28.21	27.78	
Total	234	90	324
	72.22	27.78	100.00
Fréquence manquante = 462			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	1.3486	0.7176
Test du rapport de vraisemblance	3	1.3488	0.7176
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.6433	0.4225
Coefficient Phi		0.0645	
Coefficient de contingence		0.0644	
V de Cramer		0.0645	

Interprétation des résultats statistiques

La plupart des élèves pensent qu'il faut apprendre par cœur les leçons en mathématiques. Il s'agit de 73 % des très bons, 68 % des bons, 76 % des moyens et 70 % des faibles. Les écarts trouvés entre les différents niveaux ne sont pas significatifs puisque la p-value est égale à 0,7176 soit bien supérieure à notre seuil des 5 %. On accepte donc H_0. L'apprentissage par cœur des leçons et le niveau de l'élève sont deux variables indépendantes.

On poursuit par l'item concernant la justification.

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :**
Connaître les justifications et les explications est indispensable/inutile

H_0 : les variables « niveau de l'élève » et « connaître les justifications » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de l'élève » et « connaître les justifications » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de niveau par justifier			
niveau(niveau)	justifier(justifier)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	indispensable	inutile	Total
B	62	6	68
	62.9	5.1	
	19.38	1.88	21.25
	91.18	8.82	
	20.95	25.00	
F	63	6	69
	63.825	5.175	
	19.69	1.88	21.56
	91.30	8.70	
	21.28	25.00	
M	86	6	92
	85.1	6.9	
	26.88	1.88	28.75
	93.48	6.52	
	29.05	25.00	
TB	85	6	91
	84.175	6.825	
	26.56	1.88	28.44
	93.41	6.59	
	28.72	25.00	
Total	296	24	320
	92.50	7.50	100.00
Fréquence manquante = 466			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	0.5486	0.9081
Test du rapport de vraisemblance	3	0.5433	0.9093
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.4370	0.5086
Coefficient Phi		0.0414	
Coefficient de contingence		0.0414	
V de Cramer		0.0414	

Interprétation des résultats statistiques

93 % des très bons, 91 % des bons, 93 % des moyens et 91 % des faibles considèrent que les justifications sont indispensables. Il est frappant de voir que les élèves faibles sont nombreux à donner de l'importance aux justifications.

On ne peut pas dire que la répartition dépende du niveau de l'élève puisque la p-value est de 0,9081 donc supérieure à 0,05. Il faudra approfondir cette question lors de l'approche qualitative.

L'analyse se poursuit en croisant ces deux items avec le niveau de classe.

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que : Apprendre par cœur est indispensable/inutile**

H_0 : les variables « niveau de classe » et « apprendre par cœur » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de classe » et « apprendre par cœur » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par apprendre_coeur			
classe	**apprendre_coeur(apprendre_coeur)**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**indispensable**	**inutile**	**Total**
3eme	40	34	74
	53.444	20.556	
	12.35	10.49	22.84
	54.05	45.95	
	17.09	37.78	
4eme	53	30	83
	59.944	23.056	
	16.36	9.26	25.62
	63.86	36.14	
	22.65	33.33	
5eme	67	12	79
	57.056	21.944	
	20.68	3.70	24.38
	84.81	15.19	
	28.63	13.33	
6eme	74	14	88
	63.556	24.444	
	22.84	4.32	27.16
	84.09	15.91	
	31.62	15.56	
Total	234	90	324
	72.22	27.78	100.00
Fréquence manquante = 462			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	3	27.4904	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	3	27.7400	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	24.1214	<.0001
Coefficient Phi		0.2913	
Coefficient de contingence		0.2797	
V de Cramer		0.2913	

Interprétation des résultats statistiques

On observe que 84 % des élèves de sixième, 85 % des élèves de cinquième, 64 % des élèves de quatrième, et 54 % des élèves de troisième déclarent qu'apprendre par cœur est indispensable. Ces différences sont significatives. En effet la p-value est inférieure à 0,0001 soit bien inférieure à 0,05. On rejette H_0 au risque de 5 %. On constate une évolution dans l'apprentissage par cœur des mathématiques. Plus l'élève grandit, plus la proportion d'élèves n'apprenant pas par cœur s'accroît. Les variables « niveau de classe » et « apprendre par cœur » sont donc liées.

On poursuit en croisant la variable « justifier » avec le niveau de classe.

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que : Connaître les justifications et les explications est indispensable/inutile**

H_0 : les variables « niveau de classe » et « justifier » sont indépendantes.

H_1 : les variables « niveau de classe » et « justifier » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de classe par justifier			
classe(classe)	justifier(justifier)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	indispensable	inutile	Total
3eme	83	7	90
	83.313	6.6873	
	25.70	2.17	27.86
	92.22	7.78	
	27.76	29.17	
4eme	87	2	89
	82.387	6.613	
	26.93	0.62	27.55
	97.75	2.25	
	29.10	8.33	
5eme	71	6	77
	71.279	5.7214	
	21.98	1.86	23.84
	92.21	7.79	
	23.75	25.00	
6eme	58	9	67
	62.022	4.9783	
	17.96	2.79	20.74
	86.57	13.43	
	19.40	37.50	
Total	299	24	323
	92.57	7.43	100.00
Fréquence manquante = 463			

Interprétation des résultats statistiques

La quasi-totalité des élèves, et cela quel que soit le niveau de classe, déclarent indispensable les justifications. Deux effectifs étant inférieurs à 5, nous ne pouvons pas appliquer de test du khi-deux à ce tableau de contingence.

Cependant pour la réponse « justifier est indispensable » on peut constater que les pourcentages sont plus élevés, lorsque les niveaux sont croissants, particulièrement en quatrième

On trouve :

87 % en sixième
92 % en cinquième
98 % en quatrième
92 % en troisième.

Nous croisons maintenant avec le type d'établissement les deux items « apprendre par cœur » et « justifier ».

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que : Apprendre par cœur est indispensable/inutile**

H_0 : les variables « type d'établissement » et « apprendre par cœur » sont indépendantes.

H_1 : les variables « type d'établissement » et « apprendre par cœur » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par apprendre_coeur			
localisation(localisation)	**apprendre_coeur(apprendre_coeur)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**indispensable**	**inutile**	**Total**
REP	41	17	58
	41.889	16.111	
	12.65	5.25	17.90
	70.69	29.31	
	17.52	18.89	
rural	98	27	125
	90.278	34.722	
	30.25	8.33	38.58
	78.40	21.60	
	41.88	30.00	
ville	95	46	141
	101.83	39.167	
	29.32	14.20	43.52
	67.38	32.62	
	40.60	51.11	
Total	234	90	324
	72.22	27.78	100.00
Fréquence manquante = 462			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	4.0966	0.1290
Test du rapport de vraisemblance	2	4.1683	0.1244
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.9879	0.3202
Coefficient Phi		0.1124	
Coefficient de contingence		0.1117	
V de Cramer		0.1124	

Interprétation des résultats statistiques

71 % en REP, 78 % en zone rurale et 67 % des élèves des zones urbaines pensent indispensable le fait d'apprendre par cœur en mathématiques. Le test du Khi - deux renvoie une p-value à 0,129. On ne rejette pas H_0 au seuil des 5 %. On ne peut pas dire que le type d'établissement et le fait de trouver « qu'apprendre par cœur est indispensable ou inutile » sont liés.

Item : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :**
Connaître les justifications et les explications est indispensable/inutile

H_0 : les variables « type d'établissement » et « connaître les justifications » sont indépendantes.
H_1 : les variables « type d'établissement » et « connaître les justifications » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de localisation par justifier			
localisation(localisation)	**justifier(justifier)**		
Fréquence **Attendu** **Pourcentage** **Pct de ligne** **Pct de col.**	**indispensable**	**inutile**	**Total**
REP	41	3	44
	40.731	3.2693	
	12.69	0.93	13.62
	93.18	6.82	
	13.71	12.50	
rural	112	12	124
	114.79	9.2136	
	34.67	3.72	38.39
	90.32	9.68	
	37.46	50.00	
ville	146	9	155
	143.48	11.517	
	45.20	2.79	47.99
	94.19	5.81	
	48.83	37.50	
Total	299	24	323
	92.57	7.43	100.00
Fréquence manquante = 463			

Statistique	**DDL**	**Valeur**	**Prob**
Khi-2	2	1.5285	0.4657
Test du rapport de vraisemblance	2	1.5005	0.4722
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.4552	0.4999
Coefficient Phi		0.0688	
Coefficient de contingence		0.0686	
V de Cramer		0.0688	

Interprétation des résultats statistiques

93 % des élèves de REP, 90 % des élèves en zone rurale et 94 % des élèves d'établissements de centre-ville déclarent comme indispensables les justifications. La p-valu est de 0,4999. Ainsi la répartition est sensiblement identique à celle de notre population totale. On ne rejette pas H_0 au seuil des 5 %, on ne peut pas dire que le type d'établissement a une influence sur cette variable.

4.2.2 Bilan sur le rapport à l'étude (question 17)

Cette analyse met tout d'abord en évidence que rares sont les élèves (7,5 %) qui considèrent que justifier est inutile en mathématiques. Les tables statistiques ne nous permettent pas de conclure que le niveau de l'élève en mathématiques intervient sur le fait d'apprendre par cœur, ou de connaître les justifications. En revanche, elles nous montrent une influence venue du niveau de classe. Le test du khi-deux met en lumière une relation entre le niveau de classe et le fait d'apprendre par cœur. Plus les élèves s'élèvent dans les niveaux de classe, plus augmente la proportion de ceux qui pensent qu'apprendre par cœur des mathématiques est inutile.

En sixième et cinquième, ils sont 84 % et 85 % à déclarer l'utilité d'un apprentissage par cœur. Dans ces niveaux de classe, on observe un mode d'apprentissage basé sur le cours puis les exercices d'application, dans lequel le « par cœur » tient une place prépondérante chez de nombreux élèves. En quatrième et troisième, on constate un changement dans la façon d'appréhender les mathématiques. Dans ces deux niveaux, moins d'élèves pensent qu'apprendre par cœur est indispensable (64 % en quatrième et 54 % en troisième). Dans ces deux niveaux de classe, on avait aussi relevé un moindre nombre d'élèves pensant les mathématiques dans un mode rétroactif de l'étude. Cette évolution est confirmée par la p-valeur inférieure à 0,0001, correspondant à un écart extrêmement significatif. On peut la relier au résultat que nous avions trouvé portant sur les raisonnements lors des devoirs à la maison. En quatrième et troisième, les élèves vérifient d'autant plus en ayant recours au bloc technologico-théorique. Le « par cœur » est remplacé par un contrôle par raisonnement. Notre étude révèle une sorte de « ventre mou » d'élèves ; en proportion non négligeable, qui répondent « utile » à toutes les propositions ; ce qui nous empêche d'obtenir une cartographie plus précise. Aussi l'approche qualitative nous apparaît-elle plus qu'indispensable pour affiner l'enquête sur ces élèves. On peut résumer les liens de dépendance par un tableau récapitulatif.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement
Apprendre par cœur en mathématiques est indispensable	x	Oui p-valeur <0,001	x
Connaître les justifications en mathématiques est indispensable	x	Pas de test du khi – deux	x

4.3 Les différents contrats de classe-des AER aux PER

Dans notre panel, se trouvent deux élèves ULIS (Unité Locale d'Inclusion Scolaire) qui ont pour particularité d'être encadrés pour leur travail scolaire par un professeur référent ULIS. Ces élèves sont au collège de 8 h 30 jusqu'à 16 h pendant 4 jours et de 8 h 30 à 12 h 30 le mercredi. Ils se trouvent soit en classe ULIS, avec leur professeur référent, soit en intégration dans une classe traditionnelle. En particulier ils suivent les séances de mathématiques en intégration. Le professeur référent, qui reprend les cours avec ces deux élèves, est surpris de l'autonomie dont ils font preuve en mathématiques. Il n'est pas obligé de reprendre tout leur travail scolaire, contrairement à ce qui se passe pour d'autres disciplines. Il attribue cette prise d'autonomie à la façon dont la classe est organisée. Il m'a paru intéressant d'appréhender l'influence de la différence d'organisation didactique dans la classe sur les techniques d'étude des élèves à la maison.

Certains professeurs de notre échantillon appartiennent au groupe PERMES (Parcours d'Etude et de Recherche en Mathématiques dans l'Enseignement Secondaire) de l'IREM de Clermont Ferrand, dont l'objectif est de développer dans les classes une organisation didactique spécifique. C'est justement le cas des deux élèves ULIS qui suivent un cours sous forme de parcours d'étude et de recherche.

Yves Chevallard était parti du constat que les notions mathématiques sont enseignées sans que les raisons d'être qui les engendrent soient rencontrées par les élèves. Ainsi, les questions qui fondent les savoirs sont trop souvent oubliées. Les activités proposées par la plupart des enseignants sont constituées de simples échauffements, sans véritable engagement dans l'étude. Elles mettent en scène des questions enchaînées, soufflant les réponses. Il existe une séparation entre la structure et la fonction, ce qui a pour conséquence que les professeurs enseignent des savoirs qui certainement auront des usages, mais que l'on taira au moment où on les enseigne. Yves Chevallard parle alors d'un enseignement sous « la forme d'une visite guidée de savoirs qu'on visite à la hâte, à l'instar de vestiges monumentaux autrefois vivants mais dont les raisons d'être, les fonctions vitales ont cessé d'être comprises. »

Les activités d'étude et de recherche (AER) sont, à l'opposé d'un enseignement immotivé, des activités construites à partir d'une question qui permet de retrouver les raisons d'être des objets de savoirs à enseigner. Elles visent à faire rencontrer une praxéologie inscrite aux programmes de mathématiques à travers cette dynamique de questionnements. On retrouve l'inscription dans la pratique des AER les propos de Bachelard :

> Avant tout, il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est

> réponse à un question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit. (Bachelard, 1934)

L'enseignement par AER permet de rencontrer et de produire dans la classe ces « connaissances scientifiques » à partir de questions d'ordre intra ou extra-mathématique et dont la chronogénèse est portée par les élèves. G Sensevy souligne en 2015 dans son article « apprendre : faire apprendre » l'importance de la forme scolaire dans l'apprentissage.

> Je soutiendrai ici, en effet, l'idée que la forme scolaire (l'organisation indissociablement matérielle et conceptuelle de l'école) surdétermine l'apprentissage et l'enseignement, et que l'élément majeur de cette surdétermination est le temps didactique. À l'école, comme l'a montré Chevallard (1991), le savoir est un savoir-temps, et le processus de transposition tel qu'il fonctionne classiquement ne fait pas que « décontextualiser » et « dépersonnaliser » le savoir : il transforme une praxéologie (celle du « savant » de la « cité savante », comme celle du « connaisseur pratique » d'une « pratique sociale ») en chose (« objets de savoir »). (Sensevy, 2015, p.116)

Nous avons demandé aux professeurs, par l'intermédiaire des questionnaires (Annexe 13), s'ils ont réalisé des Activités d'Etude et de Recherche (AER) ou des Parcours d'Etude et de Recherche (PER) dans les classes où nous avons fait passer les questionnaires. Les questions que nous leur avons posées sont les suivantes : « Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui, par quel biais ? Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes interrogées ? »

Les réponses signent une grande diversité. Certains professeurs ont réalisé quelques AER, d'autres un parcours, d'autres plusieurs et d'autres aucun. Certains connaissent mais ne les pratiquent pas. Aussi parlerons-nous d'enseignement « avec AER » plutôt que « par AER », dans la mesure où l'enseignement contient des activités d'études et de recherche en plus ou moins grande proportion dans l'enseignement dispensé par ces professeurs. Quelques extraits sont joints ci-après[35].

[35] Le parcours des bâtisseurs est un parcours créé par l'IREM de Clermont Ferrand, à partir de la corde à 13 nœuds amenant à l'étude de la réciproque du théorème de Pythagore, notamment.

Enseignant 1

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

Je connais les "parcours" par des collègues qui pratique cette démarche

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Dans la classe de 5e, j'ai essayé de débuté un parcours TRIANGLE en s'interrogeant sur les données nécessaires pour reproduire un triangle 3 données suffisent-elles ? Deux données ? lesquelles ? J'ai utilisé un document IREM sur les "longueurs inaccessible".

Enseignant 2

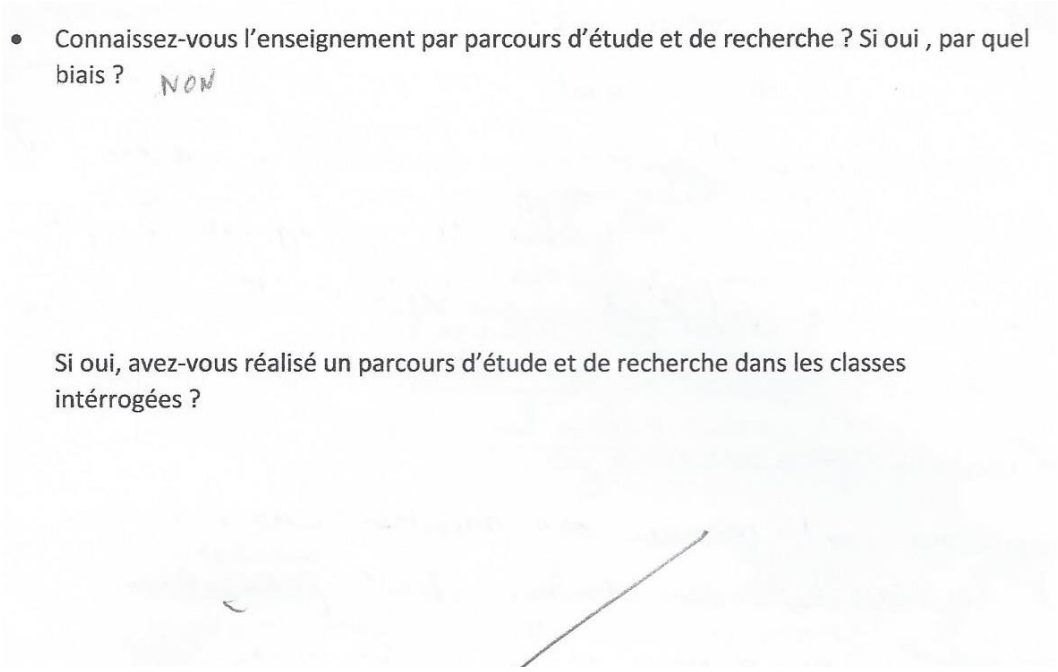
- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

PERMES (et initialement par une collègue)

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Bâtisseurs, dans ces classes-là

Enseignant 3



Nous avons donc complété notre base statistique par une variable « type d'enseignement suivi » prenant deux valeurs A (enseignement avec AER) et B (enseignement sans AER). Lorsque le professeur connaît les parcours d'études et de recherche mais ne les pratique pas dans ses classes, nous le classons dans le type B. Lorsque le professeur connaît les parcours d'études et de recherches et en a fait passer dans ses classes, même s'il ne s'agit que d'un seul parcours ou de quelques AER, nous attribuons la valeur A à son enseignement.

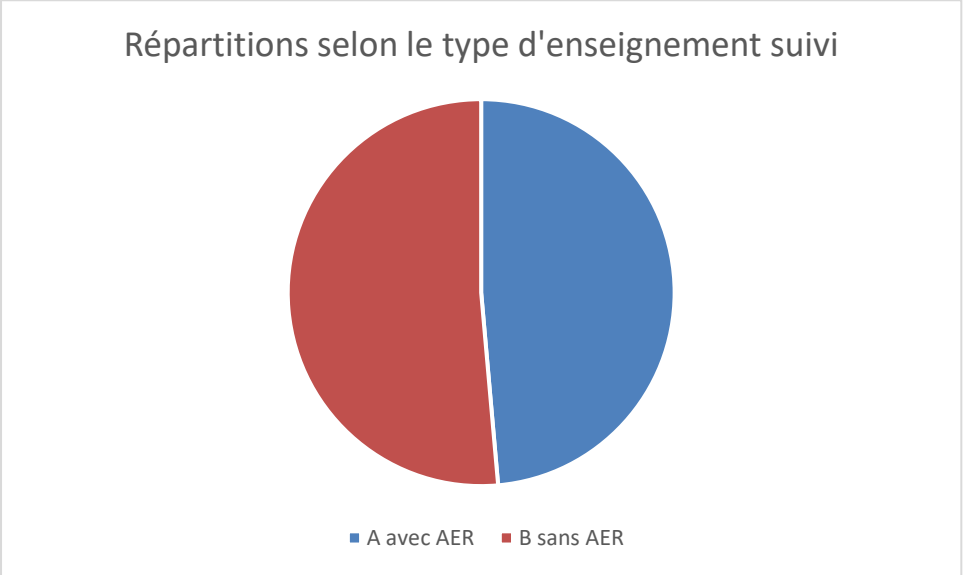
Cependant, nous devons tenir compte des différentes classes de chaque professeur et affirmer que l'on connaît et enseigne par PER concerne-t-il tous les élèves de ce professeur dont nous avons recueilli les réponses aux questionnaires. Par exemple, une enseignante a réalisé des parcours d'étude et de recherche en classe de quatrième mais pas avec ses élèves de troisième. Dans ce cas, nous classons les élèves de quatrième dans la catégorie A (avec AER) et les élèves de troisième dans la catégorie B, sans AER. Autrement dit, dans une palette où peut exister un scénario didactique purement magistral et un autre plus collégial, on différencie les classes des professeurs : celles qui tendent vers des scénarii collégiaux désignées par A et celles où l'écriture du scénario appartient en grande partie au topos du professeur désignées par B. L'objectif est d'identifier si cet enseignement peut avoir ou non une influence sur les techniques d'étude personnelle des élèves. La différence d'organisation didactique est-elle susceptible de faire changer les habitudes des élèves, qu'on a vu être ancrées dans des routines. Peut-on décrire cet impact en termes de techniques d'étude ?

Notre panel est donc composé de deux catégories d'élèves :

- Les élèves qui ont suivi un enseignement comportant des AER, voire des PER, que nous nommerons de type A.

- Les élèves qui ont suivi un enseignement sans AER que l'on nommera de type B.

Notre échantillon est presque équilibré en ce qui concerne le type d'enseignement suivi : 382 élèves ont suivi un enseignement comportant des AER contre 404 élèves ayant suivi un enseignement sans AER.



Le panel n'est pas sur ce point représentatif de la population française puisque l'enseignement avec AER, qui représente environ la moitié de l'échantillon, est sur-représenté par rapport à la réalité des classes. Cependant, c'est ce que nous recherchons, afin de pouvoir comparer ses effets sur les techniques d'étude. On commence l'enquête en observant si les élèves sont à égalité en termes de ressources : livres de mathématiques et accès à l'Internet.

4.4 Disponibilités des ressources et discussions informelles

4.4.1 Disponibilités des ressources

On recherche quelle est la répartition de la disponibilité de ressources, telles qu'un livre de mathématiques autre que celui délivré par l'établissement et l'Internet, en fonction des deux types d'enseignement A et B.

Item : **As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?**

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait de disposer des livres autre que le manuel de la classe et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : Le fait de disposer des livres autre que le manuel de la classe et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par dispo_livre			
type_contrat	dispo_livre(dispo_livre)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	258 277.38 32.87 67.54 45.26	124 104.62 15.80 32.46 57.67	382 48.66
B	312 292.62 39.75 77.42 54.74	91 110.38 11.59 22.58 42.33	403 51.34
Total	570 72.61	215 27.39	785 100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	9.6260	0.0019
Test du rapport de vraisemblance	1	9.6468	0.0019
Khi-2 continuité ajustée	1	9.1356	0.0025
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	9.6137	0.0019
Coefficient Phi		-0.1107	
Coefficient de contingence		0.1101	
V de Cramer		-0.1107	

Interprétation des résultats statistiques

On constate que dans notre échantillon, les élèves en contrat A possèdent plus de livres autre que le manuel à leur domicile, avec un écart significatif puisque la p-value est de 0,0019. Nous n'avons pas d'explication à fournir à ce résultat.

Nous ne pensons pas que ce fait puisse avoir une influence majeure sur les techniques d'étude. En effet, nous rappelons que les livres sont peu utilisés dans l'étude au quotidien et que tous les élèves du panel ont à leur disposition le manuel de la classe, prêté gratuitement par l'établissement.

Le lien est vraisemblablement à chercher dans une tierce raison.

Qu'en est-il de l'accès à Internet selon les deux contrats ?

Item : **As-tu à ta disposition un accès à Internet à la maison ?**

Réponse codée 1 : Oui **Réponse codée 0 : Non**

H_0 : Le fait de disposer d'Internet et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : Le fait de disposer d'Internet et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par dispo_Internet			
type_contrat(type_contrat)	dispo_Internet(dispo_Internet)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A avec AER	9 8.7481 1.15 2.36 50.00	373 373.25 47.46 97.64 48.57	382 48.60
B sans AER	9 9.2519 1.15 2.23 50.00	395 394.75 50.25 97.77 51.43	404 51.40
Total	18 2.29	768 97.71	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	0.0144	0.9043
Test du rapport de vraisemblance	1	0.0144	0.9044
Khi-2 continuité ajustée	1	0.0000	1.0000
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.0144	0.9044
Coefficient Phi		0.0043	
Coefficient de contingence		0.0043	
V de Cramer		0.0043	

Interprétation des résultats statistiques

98 % des élèves ont la possibilité d'accéder à l'Internet pour leur travail personnel. La répartition est quasiment identique à celle attendue en cas d'indépendance. La p-value étant de 0,90 on ne peut pas dire que le fait de disposer d'Internet est lié à un type de contrat particulier.

Notre échantillon comporte très peu d'élèves prenant des cours particuliers. Il s'agit d'une aide à l'étude qui reste marginale en collège.

En conclusion, les élèves des deux types d'enseignement ont la possibilité de recourir à l'Internet pour trouver des compléments à l'étude qu'ils ne trouveraient pas dans les documents issus de la classe. Les élèves du type d'enseignement A (avec AER) sont mieux dotés en livres autres que le manuel de classe. Cependant tous les élèves de notre échantillon ont un manuel prêté gratuitement par l'établissement et un accès au centre de documentation. Dans les deux types d'enseignement, pour étudier les élèves disposent par conséquent d'un accès facilité à des ressources extérieures, que ce soit l'Internet ou le manuel de la classe. Les élèves du type d'enseignement avec AER disposent cependant de l'avantage d'avoir accès à d'autres livres.

4.4.2 Discussions informelles en fonction du contrat

Il nous a paru intéressant de croiser l'item concernant la fréquence des discussions informelles avec le type d'enseignement suivi, et donc d'appréhender l'influence de la différence d'organisation didactique dans la classe sur les discussions informelles.

4.4.2.1 Les résultats

Voici l'item sur lequel nous nous penchons.

Item : **T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ?**

Réponse 1 : peu - Réponse 2 : Souvent.

H_0 : La fréquence des discussions informelles et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : La fréquence des discussions informelles et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par discussion_informelle			
type_contrat	discussion_informelle(discussion_informelle)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	peu	souvent	Total
A avec AER	127	255	382
	140.94	241.06	
	16.16	32.44	48.60
	33.25	66.75	
	43.79	51.41	
B sans AER	163	241	404
	149.06	254.94	
	20.74	30.66	51.40
	40.35	59.65	
	56.21	48.59	
Total	290	496	786
	36.90	63.10	100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	4.2517	0.0392
Test du rapport de vraisemblance	1	4.2599	0.0390
Khi-2 continuité ajustée	1	3.9522	0.0468
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	4.2463	0.0393
Coefficient Phi		-0.0735	
Coefficient de contingence		0.0733	
V de Cramer		-0.0735	

Interprétation des résultats statistiques

Les discussions informelles sont davantage présentes dans les enseignements avec AER (255 contre 241 attendus) et moins dans des contrats d'enseignement plus « traditionnels » (241 contre 254,94 attendus). On trouve un taux plus élevé de discussions informelles pour les élèves de contrat A. Les élèves de contrat A parlent plus souvent de mathématiques à l'extérieur. La p-value est de 0,0392 donc inférieure à 0,05. On rejette H_0. On peut dire que la fréquence des discussions informelles et le type de contrat sont liés. On peut supposer que dans un enseignement avec des AER, l'étude débutée en classe se poursuit au-delà du temps de la classe à travers des discussions. Le fait de motiver l'étude par une dynamique de questions pourrait-il permettre de faire vivre les mathématiques en dehors des murs de la classe ? Ces discussions ont-elles lieu avec la famille ? Avec les camarades ?

Pour répondre à ces questions, on examine la réponse donnée par les élèves aux personnes avec qui ces discussions sont privilégiées. On commence par étudier la variable « discussion avec la famille ».

Item : **T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans le couloir, le bus, dans la cour ? Avec qui ?**
Réponse 1 : Parents, famille - Réponse 0 : une autre personne que la famille.

H_0 : Le fait de discuter de mathématiques avec la famille et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : Le fait de discuter de mathématiques avec la famille et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par discusssion_famille			
type_contrat	discusssion_famille		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A avec AER	214	168	382
	200.72	181.28	
	27.23	21.37	48.60
	56.02	43.98	
	51.82	45.04	
B sans AER	199	205	404
	212.28	191.72	
	25.32	26.08	51.40
	49.26	50.74	
	48.18	54.96	
Total	413	373	786
	52.54	47.46	100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	3.6021	0.0577
Test du rapport de vraisemblance	1	3.6053	0.0576
Khi-2 continuité ajustée	1	3.3359	0.0678
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	3.5975	0.0579
Coefficient Phi		0.0677	
Coefficient de contingence		0.0675	
V de Cramer		0.0677	

Interprétation des résultats statistiques

On observe que 44 % des élèves ayant suivi un enseignement avec AER discutent avec leur famille de mathématiques alors que 51 % des élèves le font en contrat B. On constate donc une différence à partir des deux types d'enseignement. On constate que la p-value est de 0,057. Elle est proche du seuil des 5 %. L'essentiel des discussions informelles relevées dans l'enseignement avec AER ne se fait pas avec la famille.

En conclusion, les élèves en contrat A discutent davantage à l'extérieur que leurs camarades en contrat B, mais ces discussions n'ont pas lieu avec la famille.

Pour approfondir ce résultat, on enquête sur les deux dimensions suivantes :

- Avec qui ces discussions ont-elles lieu ?
- Quelles catégories d'élèves (Très Bons, Bons, Moyens ou Faibles) sont impactées par ces discussions en dehors de la classe ?

On commence par la question des personnes interlocuteurs privilégiés pour ces discussions.

Les réponses qui étaient proposées dans le questionnaire sont les suivantes : les camarades, les parents ou membre de la famille, professeur, surveillants, documentaliste, personne employée pour l'aide aux devoirs.

Une première remarque s'impose : les surveillants, documentalistes, et intervenants bénévoles à l'aide aux devoirs sont très peu sollicités, et ceci quel que soit le contrat de classe. Relevons les personnes avec lesquelles discutent les élèves sur l'ensemble de notre panel.

	Famille	Camarades	Professeur	Total
Echantillon complet	373	453	28 3,5 %	786
Restriction au contrat A avec AER	168 43 %	227 59 %	12 3 %	382
Restriction au contrat B sans AER	205 26 %	226 56 %	16 4 %	404

Notons que les réponses ne sont pas disjointes puisque certains déclarent discuter à la fois avec leur famille (parents) mais aussi avec leurs camarades. Ainsi nous ne pouvons pas appliquer un test du chi-deux à ce type de tableau. D'autre part, certains élèves ont répondu à la question concernant la régularité de leurs discussions informelles mais n'ont pas complété avec qui ces discussions ont lieu. Certaines réponses sont donc manquantes.

L'essentiel des discussions informelles est réalisé avec la famille et avec les camarades de la classe. Seulement 28 élèves déclarent discuter avec leur professeur de mathématiques en dehors des cours, dont 12 sont en contrat A et 16 en contrat B. On peut conclure que le professeur ne fait pas partie des aides à l'étude des élèves quel que soit le contrat de classe. Les interactions en dehors de la classe ont surtout lieu avec les camarades. Les familles arrivent en deuxième position. On observe que dans les contrats avec AER, on obtient, par comparaison avec les contrats B, moins d'interactions avec les familles mais plus de discussions avec les camarades. Les élèves en contrat A se pensent sans doute dans une communauté scientifique de recherche et vivent cette recherche. On peut avancer l'hypothèse qu'elle est vécue par la classe et donc partagée au sein de ce collectif. Ce partage se fait en interne dans la communauté, majoritairement avec les camarades, plutôt qu'avec des personnes extérieures, comme leurs parents.

On poursuit l'enquête en cherchant si ces discussions ont lieu avec une certaine catégorie d'élèves, très bons, bons, moyens, faibles. On restreint le panel aux contrats A avec AER. On observe la distribution selon le niveau de l'élève.

Croisement entre la fréquence des discussions informelles et le niveau de l'élève dans le panel restreint aux contrats A

H_0 : La fréquence des discussions informelles en contrat A et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : La fréquence des discussions informelles en contrat A et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de niveau par discussion_informelle restreint au panel A			
niveau	**discussion_informelle**		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	**peu**	**souvent**	**Total**
B	27	54	81
	27.071	53.929	
	7.11	14.21	21.32
	33.33	66.67	
	21.26	21.34	
F	42	54	96
	32.084	63.916	
	11.05	14.21	25.26
	43.75	56.25	
	33.07	21.34	
M	38	86	124
	41.442	82.558	
	10.00	22.63	32.63
	30.65	69.35	
	29.92	33.99	
TB	20	59	79
	26.403	52.597	
	5.26	15.53	20.79
	25.32	74.68	
	15.75	23.32	
Total	127	253	380
	33.42	66.58	100.00
Fréquence manquante = 2			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	3	7.3646	0.0611
Test du rapport de vraisemblance	3	7.2963	0.0630
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	2.8284	0.0926
Coefficient Phi		0.1392	
Coefficient de contingence		0.1379	
V de Cramer		0.1392	

Interprétation des résultats statistiques

Les moyens et les très bons sont impactés. Les effectifs réels (86 et 59) sont pour ces deux catégories d'élèves plus élevés que les attendus théoriques (82,5 et 52,5). Cependant le test du khi-deux ne permet pas de conclure à une liaison entre le niveau et la fréquence des discussions informelles. La p-value de 0,06 est supérieure à notre seuil de 5 %. Sur le panel entier, on avait déjà remarqué que les moyens et les très bons sont plus impactés par les discussions informelles fréquentes.

On conclut que les élèves en contrat A ont des discussions informelles plus fréquentes, surtout avec leurs camarades, et cela touche les moyens et les très bons de notre population mais de manière statistiquement non significative.

(Remarque : il y a deux élèves en contrat A dont on ne connaît pas le niveau.)

4.4.2.2Bilan sur les discussions informelles selon le contrat

Nous retiendrons de cette étude que les élèves ayant suivi un enseignement par Activités d'Etude et de Recherche ont, plus fréquemment que leurs camarades en contrat B, des discussions informelles sur les mathématiques en dehors de la classe. Cette différence est statistiquement significative. Ces discussions se produisent plutôt avec les camarades, qu'avec les familles. Aucune catégorie n'est statistiquement impactée mais on trouve un taux plus fort chez les très bons élèves et les moyens. Dans l'enseignement comportant des AER, les élèves tendent à être mis en position de chercheurs. Ce qui est vécu dans la classe se prolonge au-delà des murs de l'école ; on peut inférer dans le bus, sur le trajet du collège. Ils vivent leurs recherches comme dans une communauté scientifique, qui partage ses avancées, ses difficultés ou ses questionnements au sein du groupe de recherche, dans ce cas le groupe-classe. Les multiples interactions entre pairs, vécues lors des situations adidactiques au sein du système didactique principal, permettent de construire des organisations mathématiques. Ces interactions se poursuivent à l'extérieur de la classe, lors du travail personnel, à travers des discussions informelles. La dynamique d'étude, jalonnée de questions, se prolonge au-delà de la classe. A contrario, on remarque que les discussions pour les contrats B, sans AER, se situent surtout au sein du noyau familial. Ces résultats sont toutefois quantitatifs et ne nous permettent pas de connaître la nature exacte des propos lors de ces discussions informelles aussi bien en contrat A qu'en contrat B. Une étude qualitative peut nous permettre d'affiner ce résultat chiffré. On peut résumer les résultats sous la forme d'un tableau mettant en évidence les liens de dépendance.

Lien de dépendance ?	Discussions informelles fréquentes	Discussions informelles avec les familles	Discussions informelles avec les camarades
Type d'enseignement	Oui p-valeur = 0,039 Fréquence accrue pour les contrats A	Fréquence accrue chez les contrats B	Fréquence accrue chez les contrats A

4.4.3 Aide des familles et contrat

On se souvient que la personne référente ULIS avait constaté que les deux élèves en ULIS faisaient preuve d'une certaine autonomie en mathématiques. Nous tentons de mettre en exergue l'influence du type d'enseignement suivi en rapport avec l'aide des familles. La question concerne le travail quotidien des élèves. On leur demande s'ils sollicitent leurs parents lorsqu'ils sont en difficulté voire bloqués sur une question.

4.4.3.1 Les résultats

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- **grâce à une personne de ton entourage : parents, famille.**

H_0 : L'aide des familles et le type d'enseignement suivi sont indépendants.
H_1 : L'aide des familles et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par aide_famille			
type_contrat	aide_famille		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A avec AER	116 96.229 14.76 30.37 58.59	266 285.77 33.84 69.63 45.24	382 48.60
B sans AER	82 101.77 10.43 20.30 41.41	322 302.23 40.97 79.70 54.76	404 51.40
Total	198 25.19	588 74.81	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	10.5642	0.0012
Test du rapport de vraisemblance	1	10.5930	0.0011
Khi-2 continuité ajustée	1	10.0366	0.0015
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	10.5508	0.0012
Coefficient Phi		0.1159	
Coefficient de contingence		0.1152	
V de Cramer		0.1159	

Interprétation des résultats statistiques

En contrat A, on trouve que 70 % des élèves sont aidés par leur famille. En contrat B, on obtient 80 %. La p-value est égale à 0,0012 ce qui nous indique que les écarts sont très significatifs. On rejette H_0 au seuil des 5 %. Le type d'enseignement suivi a une influence sur l'aide parentale dans le travail personnel. On peut conclure que les élèves en contrat A se font moins aider par leurs parents ou leurs familles lorsqu'ils sont bloqués sur un exercice lors de leur travail quotidien. Ils sont, en ce sens, plus autonomes. On peut relier ce résultat avec celui précédemment évoqué. Les élèves en contrat A discutent moins avec leurs familles de mathématiques que les contrats B.

4.4.3.2 Comparaison de classes particulières

Nous présentons dans la suite quelques résultats provenant de classes choisies, qui nous semblent intéressantes.

- La première comparaison consiste à opposer deux niveaux de classe de REP du même établissement, enseignées par le même professeur.

En classes de quatrième, le professeur enseigne par PER. Faute de ressource, pressé par le temps et les brevets blancs, il déclare enseigner de manière traditionnelle dans ses deux classes de troisième.

Classe de REP	N°1 avec AER en 4e (2 classes)	N°2 sans AER en 3e (2 classes)
Absence d'aide des familles	19/45 soit 42 %	9/37 soit 24 %
Aide des familles	26/45 soit 58 %	28/37 soit 76 %

On constate ici un fort contraste entre les niveaux de classe. L'enseignant étant le même, il a les mêmes habitudes dans l'organisation didactique générique (fréquence des évaluations, autorisation de ressources, organisation des cahiers). C'est au niveau de la mise en place de situations adidactiques sous forme d'AER que sa pratique change. On constate que dans l'enseignement sans AER, les élèves sont davantage aidés par leur famille. On peut penser qu'ils sollicitent davantage leurs parents pour des explications. On pourrait évoquer le passage du brevet des collèges qui expliquerait une implication plus importante en troisième. Cependant, on devrait dans ce cas retrouver cette donnée sur notre population complète, ce qui n'est pas le cas. En outre, la comparaison des deux classes de troisième suivantes tend à confirmer le résultat suivant : « Les élèves enseignés par AER sont moins aidés par leurs parents. »

- La deuxième consiste à comparer deux classes de troisième toutes les deux situées en ville

Nous avons choisi des classes appartenant à un établissement identique (REP) sur un niveau de classe similaire afin de pouvoir comparer le taux d'aide. Ces classes, qui pourtant se côtoient dans les couloirs, présentent des différences de résultats frappantes.

Classes urbaines	N°1 avec AER en 3e	N°2 sans AER en 3e
Absence d'aide des familles	14 /28 soit 50 %	2/27soit 7 %
Aide des familles	14/28 soit 50 %	25/27soit 93 %

On voit à travers ce tableau que dans la classe de troisième 1, enseignée par AER, la moitié des élèves profitent d'une aide de leurs parents et 50 % n'en ont aucune. Dans la classe 2, enseignée de manière classique sans AER, 93 % des élèves se font aider alors que 7 % ne bénéficient d'aucune aide.

4.4.3.3 Bilan sur l'aide des familles en fonction du contrat

Nous rappelons l'item dont nous souhaitons ici résumer les résultats :

Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste.

- **grâce à une personne de ton entourage : parents, famille.**

Dans leur travail quotidien, lorsque les élèves sont confrontés à une difficulté sur un exercice, ils cherchent à la surmonter en recourant à une ressource de leur choix, qui, ils l'espèrent, se comportera en média. Il peut s'agir d'une aide à l'étude, comme une personne du milieu familial. Nous l'avons vu précédemment, les familles de notre panel sont très présentes dans le travail scolaire de leurs enfants. On constate cependant une différence dans l'aide apportée selon l'organisation didactique de la classe. Les familles des élèves engagés dans un contrat didactique sans AER sont plus nombreuses, soit 80 %, à intervenir comme aides à l'étude dans le travail personnel des collégiens, alors que 70 % des élèves se font aider dans un contrat didactique avec AER. Ceci constitue une

différence très significative puisque la p-valeur est de 0,00112. Nous pouvons ainsi conclure que dans l'enseignement comportant des activités d'étude et de recherche, les élèves sollicitent moins leurs familles lorsqu'ils ont des difficultés dans leur travail personnel en mathématiques. Les AER procurent aux élèves une certaine autonomie dans la réalisation du travail demandé : recherche d'exercices, de problèmes mathématiques. Les élèves enseignés par AER sollicitent moins leurs parents pour trouver des réponses $R^{\emptyset}$. Cependant cela ne signifie pas qu'ils ne convoquent pas d'autres médias : d'autres ressources vont être mobilisées par les élèves de contrat A, pour répondre à leurs interrogations. Les résultats quantitatifs que nous avons obtenus ne nous fournissent aucun renseignement sur les raisons de cette plus grande autonomie ; cela reste un point à approfondir de manière qualitative.

Lien de dépendance ?	**Aide des familles**
Type d'enseignement	**Oui** p-valeur = 0,0012 Les familles aident davantage en contrat B. Les élèves sont plus autonomes en contrat A.

4.4.3 Conclusion sur les discussions informelles et sur l'aide apportée par les familles en fonction de l'organisation didactique

On se souvient qu'à propos des deux élèves Ulis, leur référente était surprise de constater ils étaient davantage autonomes mathématiques. En effet, on a pu montrer dans ce qui précède, que le type d'enseignement suivi a une influence sur les techniques d'étude accomplies par les élèves. Tout d'abord, sur les différences de fréquence des discussions informelles, c'est-à-dire les discussions qui ont lieu sur le chemin de l'école, dans la cour de récréation ou encore dans un couloir. Les élèves qui ont suivi un enseignement avec AER déclarent parler de mathématiques plus régulièrement. Lorsqu'on restreint la population aux élèves soumis à un contrat didactique avec AER, on remarque que les personnes privilégiées pour ces discussions sont surtout les camarades. De plus, aucune catégorie (très bon, bon, moyen, faible) n'est impactée plus qu'une autre, bien qu'on note un taux plus fort chez les très bons et les moyens. Cette observation nous laisse envisager que l'implication générée par l'étude d'une question et de ses questions cruciales, lors d'un parcours d'étude et de recherche, a une portée qui s'exprime en dehors de la classe ; les élèves vivent les questions comme dans une communauté scientifique et partagent ensemble leurs recherches. Bien que le questionnaire ne nous renseigne pas sur la nature de ces discussions, on peut soupçonner que la présence d'AER dans l'organisation didactique permet de prolonger la classe sous la forme de discussions informelles. L'étude des différentes questions se transfère en dehors de la classe.

Il est aussi frappant de constater la disparité dans l'aide apportée par les familles selon l'enseignement suivi, avec ou sans AER. Les élèves dont l'organisation didactique est composée d'AER sont moins aidés par leurs parents. Ce lien de dépendance est confirmé par le test du khi-deux, avec un écart hautement significatif (p-valeur égale à 0,0012). La présence d'AER dans l'enseignement confère aux élèves plus d'autonomie, dans le sens où ils sollicitent moins leurs familles pour les accompagner dans leur travail personnel. Nous n'avons pas de renseignements sur la nature, ni sur les raisons de cet accompagnement plus faible. Ces résultats sont purement quantitatifs. Pourquoi sont-ils moins aidés ? Les parents sont-ils démissionnaires ? Pourquoi le seraient-ils davantage pour des élèves soumis à un contrat didactique A ? Voici l'hypothèse que nous formulons sur les raisons de ce résultat :

H_2 : « Les parents accompagnent moins leur enfant lorsqu'il a suivi un enseignement avec des AER car celui-ci sollicite moins d'aide de leur part. Lors des AER, la construction d'organisations mathématiques complètes permet à l'enfant de gagner en autonomie. »

On peut résumer les résultats trouvés par le tableau suivant :

Lien de dépendance ?	Discussions informelles fréquentes	Aide des familles
Type d'enseignement A : enseignement avec AER	Oui p-valeur = 0,039 Fréquence accrue pour les contrats A, avec les camarades.	Oui p-valeur = 0,0012 Les élèves sont plus autonomes en contrat A.

Une étude qualitative semble indispensable pour compléter ces premiers résultats statistiques puis confirmer ou infirmer notre hypothèse. Une enquête sur le terrain viendra compléter ces résultats.

4.5 Révisions des devoirs surveillés et devoirs maison selon le type d'enseignement suivi

On poursuit l'enquête sur les révisions d'un devoir surveillé ou la réalisation d'un devoir maison selon le type d'enseignement suivi. Nous ne balayons pas ici tous les items précédents mais uniquement les variables pour lesquelles il existe une différence statistiquement significative. Ils sont au nombre de trois. Il s'agit de la réalisation de brouillon et d'exercices complémentaires, ainsi que la révision des notions antérieures.

4.5.1 Les résultats

Dans notre questionnaire les élèves étaient interrogés sur la réalisation ou non d'un brouillon pour les devoirs maison.

Item 21 : **Lorsque tu as à rendre un devoir maison, fais-tu un brouillon du devoir ?**

H_0 : Faire un brouillon du devoir maison et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : Faire un brouillon et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par situa5_brouillon			
type_contrat(type_contrat)	situa5_brouillon(situa5_brouillon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	112	263	375
	146.21	228.79	
	14.51	34.07	48.58
	29.87	70.13	
	37.21	55.84	
B	189	208	397
	154.79	242.21	
	24.48	26.94	51.42
	47.61	52.39	
	62.79	44.16	
Total	301	471	772
	38.99	61.01	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	25.5140	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	1	25.7285	<.0001
Khi-2 continuité ajustée	1	24.7736	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	25.4809	<.0001
Coefficient Phi		-0.1818	
Coefficient de contingence		0.1789	
V de Cramer		-0.1818	

Interprétation des résultats statistiques

On analyse ici l'influence du type d'enseignement, avec ou sans AER, sur le fait de réaliser un brouillon pour les devoirs maison. En contrat A, comportant des AER, on trouve 70 % des élèves qui font des brouillons alors qu'en contrat B, 52 % seulement en font. Cette différence est remarquable. La p-value est inférieure à 0,0001 est inférieure à 0,05. Il y a donc un fort impact de l'enseignement sur la pratique ou non du brouillon. Dans l'enseignement avec AER les élèves qui sont placés en situation adidactique doivent rechercher des réponses à des questions posées collectivement. Ces recherches sont souvent accompagnées de brouillons.

Ces habitudes d'enquête, pratiquées dans l'enseignement avec AER, se transmettent dans l'étude à la maison. Les brouillons réalisés en classe dans des phases adidactiques au cours d'un enseignement comportant des AER, se transfèrent dans le cadre de l'étude personnelle. Si on restreint le panel aux contrats A et à ceux qui réalisent des brouillons, on trouve la répartition suivante :

très bons	bons	moyens	faibles	total
55	59	92	55	**263**
21%	22 %	35 %	21 %	**100 %**

On constate que la répartition est assez homogène du point de vue « niveau de l'élève ». Aucune catégorie d'élève n'est plus touchée qu'une autre.

On poursuit l'étude par la révision des notions antérieures, dont voici l'item.

Item 16 : **Pour réviser un contrôle de mathématiques tu revois des notions des années précédentes.**
Réponse codée 0 : Non – Réponse codée 1 : Oui.
H_0 : Réviser les leçons des années antérieures et le type d'enseignement suivi sont indépendants.
H_1 : Réviser les leçons des années antérieures et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par revisions_passe			
type_contrat(type_contra	revisions_passe(revisions_passe)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	337	37	374
	324.1	49.899	
	43.65	4.79	48.45
	90.11	9.89	
	50.37	35.92	
B	332	66	398
	344.9	53.101	
	43.01	8.55	51.55
	83.42	16.58	
	49.63	64.08	
Total	669	103	772
	86.66	13.34	100.00
Fréquence manquante = 14			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	7.4635	0.0063
Test du rapport de vraisemblance	1	7.5676	0.0059
Khi-2 continuité ajustée	1	6.8961	0.0086
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	7.4538	0.0063
Coefficient Phi		0.0983	
Coefficient de contingence		0.0979	
V de Cramer		0.0983	

Interprétation des résultats statistiques

En contrat A, 36 % des élèves révisent les notions vues antérieurement, alors qu'en contrat B, 64 % les révisent. En contrat A, les attendus théoriques (49,9) sont supérieurs aux effectifs réellement observés (37). La p-value est de 0,0063 est donc inférieure à 0,05. On rejette H_0. Les variables « réviser les notions antérieures » et le type d'enseignement suivi avec ou sans AER sont liés. Les élèves ayant suivi un enseignement avec AER révisent moins les notions des années passées.

Les élèves en contrat A ne ressentent pas le besoin de réviser les notions antérieures. En effet, la dynamique de questionnement, qui se crée au fur et à mesure dans l'enseignement en contrat A, prend en charge les questions qui surgissent des nouveaux apprentissages mais aussi les questions qui portent sur des praxéologies plus anciennes.

On examine désormais le fait de réaliser des exercices en plus de ceux provenant de la classe.

Item 15 : **Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques. Fais-tu des exercices supplémentaires ?**
Réponse Non : code 0 - Réponse Oui : code 1
H_0 : Faire des exercices supplémentaires pour réviser et le niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : Faire des exercices supplémentaires et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par revision_exosup			
type_contrat(type_contrat)	revision_exosup(revision_exosup)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	250	123	373
	235.32	137.68	
	32.72	16.10	48.82
	67.02	32.98	
	51.87	43.62	
B	232	159	391
	246.68	144.32	
	30.37	20.81	51.18
	59.34	40.66	
	48.13	56.38	
Total	482	282	764
	63.09	36.91	100.00
Fréquence manquante = 22			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	4.8466	0.0277
Test du rapport de vraisemblance	1	4.8565	0.0275
Khi-2 continuité ajustée	1	4.5220	0.0335
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	4.8402	0.0278
Coefficient Phi		0.0796	
Coefficient de contingence		0.0794	
V de Cramer		0.0796	

Interprétation des résultats statistiques

En contrat A, 33 % des élèves réalisent des exercices supplémentaires par rapport aux exercices faits en classe. En contrat B, on en trouve 41 %. La p-value de 0,0277 est inférieure à 0,05. On peut donc rejeter l'hypothèse nulle et conclure à un lien de dépendance. Le fait de réaliser des exercices supplémentaires pour réviser un devoir surveillé en mathématiques et le type d'enseignement suivi sont liés. Les élèves en contrat A font moins d'exercices supplémentaires.

4.5.2 Bilan sur les techniques d'étude des devoirs surveillés et devoirs maison selon le contrat

Lorsque nous analysons la variable « réaliser un brouillon pour son devoir maison » il existe un écart hautement significatif (p-valeur < 0,001) entre les élèves ayant suivi un enseignement avec des AER et ceux enseignés de manière traditionnelle. Ils sont plus nombreux en contrat A à utiliser des brouillons. Lors des activités d'étude et de recherche, les élèves, placés dans des moments adidactiques, doivent trouver par eux-mêmes, sous la direction du professeur, des réponses aux questions qu'ils se sont posées. Les brouillons sont donc régulièrement utilisés en classe. On constate que cette pratique se répercute au-delà de la classe, dans le travail personnel. En outre, des deux tables statistiques précédentes portant sur la révision des notions antérieures et sur la réalisation d'exercices supplémentaires, on peut déduire que les élèves en contrat A « sortent »

moins du cadre de la classe. Aller chercher des suppléments hors classe est moins fréquent en contrat A. Revoir les notions étudiées les années précédentes ou faire des exercices supplémentaires par rapport à ceux issus de la classe constitue des compléments dont ils n'ont pas besoin. Nous formulons l'hypothèse que le milieu constitué dans la classe est suffisamment riche. On considère l'hypothèse 3 suivante :

H_3 : « L'enseignement par parcours d'étude et de recherche permet de construire des organisations mathématiques plus robustes et complètes contenant des types de tâches, des techniques mais aussi des technologies. Ainsi les élèves sont donc moins poussés à aller rechercher des ressources à l'extérieur de la classe. »

4.6 Travail quotidien selon l'organisation didactique

Dans cette partie, on s'attache à analyser les techniques d'étude développées par les élèves dans le travail quotidien au regard de l'organisation didactique. On sépare l'échantillon en deux groupes, enseignement avec et sans AER. L'objectif est de déterminer l'influence de l'organisation didactique comportant des AER sur les gestes de l'étude des élèves. Notre intérêt se porte sur l'usage du cahier de leçon, du cahier d'exercices, et du manuel. Nous n'évoquons pas l'usage de l'Internet ou les cahiers des années passées puisqu'ils n'ont pas conduit vers des différences probantes.

4.6.1 Les résultats

On établit le tableau de contingence pour entrevoir la répartition de l'usage du cahier de leçon en fonction du type d'enseignement. On examine, en premier lieu, la situation numéro un (exercice difficile du jour au lendemain).

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier de leçon / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon et le type d'enseignement suivi sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon et le type d'enseignement suivi sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par situa1_lecon			
type_contrat(type_contrat)	situa1_lecon(situa1_lecon)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	49	333	382
	54.015	327.98	
	6.24	42.42	48.66
	12.83	87.17	
	44.14	49.41	
B	62	341	403
	56.985	346.02	
	7.90	43.44	51.34
	15.38	84.62	
	55.86	50.59	
Total	111	674	785
	14.14	85.86	100.00
Fréquence manquante = 1			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	1.0565	0.3040
Test du rapport de vraisemblance	1	1.0591	0.3034
Khi-2 continuité ajustée	1	0.8563	0.3548
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.0551	0.3043
Coefficient Phi		-0.0367	
Coefficient de contingence		0.0367	
V de Cramer		-0.0367	

Interprétation des résultats statistiques

87 % des élèves en contrat A utilisent leur cahier de leçon contre 82 % en contrat B. Le test du khi-deux qui donne une p-value à 0,30 ne nous permet pas de conclure à un lien entre les deux. Cependant on peut souligner un écart entre l'attendu théorique et l'effectif réel. En contrat A l'attendu est de 327 alors que 333 élèves l'utilisent effectivement et inversement en contrat B, 346 élèves sont attendus alors que 341 y ont recours.

Au-delà de l'usage ou du non-usage, il apparaît important d'aller rechercher des réponses sur les éléments que les élèves utilisent dans le cahier de leçon : des techniques ou des technologies ?

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique dans le cahier de leçon et le type d'enseignement sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique dans le cahier de leçon et le type d'enseignement sont liés

Bloc technologico-théorique

Table de type_contrat par solu_techno_classe			
type_contrat	solu_techno_classe		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
A avec AER	11 19.443 1.53 3.15 27.50	338 329.56 47.08 96.85 49.85	349 48.61
B sans AER	29 20.557 4.04 7.86 72.50	340 348.44 47.35 92.14 50.15	369 51.39
Total	40 5.57	678 94.43	718 100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	7.5547	0.0060
Test du rapport de vraisemblance	1	7.8470	0.0051
Khi-2 continuité ajustée	1	6.6864	0.0097
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	7.5441	0.0060
Coefficient Phi		-0.1026	
Coefficient de contingence		0.1020	
V de Cramer		-0.1026	

97 % des élèves en contrat A vont rechercher des technologies dans leur cahier de leçon alors que 92 % le font en contrat B. La p-value de 0,006 bien inférieure à 0,05 nous montre un fort lien d'association. Le fait d'aller chercher dans son cahier de leçon des éléments technologiques est relié au contrat instauré dans la classe.

Bloc pratico-technique

Table de type_contrat par solu_pratique_classe			
type_contrat	solu_pratique_classe		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
A	44 47.515 6.35 12.83 45.83	299 295.48 43.15 87.17 50.08	343 49.49
B	52 48.485 7.50 14.86 54.17	298 301.52 43.00 85.14 49.92	350 50.51
Total	96 13.85	597 86.15	693 100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	0.5977	0.4395
Test du rapport de vraisemblance	1	0.5984	0.4392
Khi-2 continuité ajustée	1	0.4398	0.5072
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.5968	0.4398
Coefficient Phi		-0.0294	
Coefficient de contingence		0.0294	
V de Cramer		-0.0294	

87 % des élèves de contrat A et 85 % en contrat B vont chercher des techniques dans le cahier de leçon, sous forme d'exemples corrigés. La p-value de 0,43 est supérieure au seuil des 5 %. On ne peut pas dire que le fait d'aller rechercher des techniques dans le cahier de leçon et le type de contrat sont liés.

On peut conclure que les élèves ayant suivi un enseignement contenant des AER, sont plus sensibles aux technologies présentes dans le cahier de leçon. Ils sont plus nombreux, et ce de manière hautement significative, à aller rechercher dans leur cahier de leçons des

éléments appartenant au bloc technologico-théorique. Existe-t-il des différences au niveau de l'usage du cahier d'exercices ?

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- grâce à ton cahier d'exercices / Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.

H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par situa1_exercice			
type_contrat(type_contrat)	situa1_exercice(situa1_exercice)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A avec AER	145 151.15 18.45 37.96 46.62	237 230.85 30.15 62.04 49.89	382 48.60
B sans AER	166 159.85 21.12 41.09 53.38	238 244.15 30.28 58.91 50.11	404 51.40
Total	311 39.57	475 60.43	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	0.8050	0.3696
Test du rapport de vraisemblance	1	0.8053	0.3695
Khi-2 continuité ajustée	1	0.6794	0.4098
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	0.8039	0.3699
Coefficient Phi		-0.0320	
Coefficient de contingence		0.0320	
V de Cramer		-0.0320	

Interprétation des résultats statistiques

On obtient un équilibre autour des 50 % pour l'usage du cahier d'exercices entre les contrats A et les contrats B. Cependant un peu plus d'élèves l'emploient dans le contrat A. 62 % des élèves ayant suivi un enseignement comportant des AER utilisent le cahier d'exercices et 59 % pour le contrat B. Les contrats A de notre panel utilisent plus le cahier d'exercices que les contrats sans AER. Cependant, le test du Khi-deux renvoie une p-value à 0,36. On ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que l'usage du cahier d'exercices et le type de contrat soient reliés.

On cherche d'éventuelles différences dans l'usage du manuel. L'item est le suivant :

Item : **Le professeur a donné un exercice à faire à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste**

- **grâce à un manuel de mathématiques/ Réponse codée 0 : non – codée 1 : oui**

H_0 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont indépendants.
H_1 : L'usage du cahier de leçon pour trouver une piste, vérifier sa solution et le niveau de l'élève sont liés.

Tableau de contingence

Table de type_contrat par situa1_manuel			
type_contrat(type_contrat)	situa1_manuel(situa1_manuel)		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	0	1	Total
A	302 294.03 38.42 79.06 49.92	80 87.967 10.18 20.94 44.20	382 48.60
B	303 310.97 38.55 75.00 50.08	101 93.033 12.85 25.00 55.80	404 51.40
Total	605 76.97	181 23.03	786 100.00

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	1.8238	0.1769
Test du rapport de vraisemblance	1	1.8278	0.1764
Khi-2 continuité ajustée	1	1.6020	0.2056
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	1.8214	0.1771
Coefficient Phi		0.0482	
Coefficient de contingence		0.0481	
V de Cramer		0.0482	

Interprétation des résultats statistiques

En contrat A, 21 % des élèves utilisent le manuel et 25 % en contrat B. On remarque que les contrats B de notre échantillon l'utilisent plus, bien que cet usage soit peu répandu. Avec une p-value de 0,91, on ne rejette pas H_0. On ne peut pas dire que les variables dépendent l'une de l'autre. Les contrats B présentent un taux plus fort d'usage que les contrats A mais sans écart statistiquement significatif.

On s'interroge un peu plus loin sur les éléments que recherchent les élèves lorsqu'ils ouvrent leur livre. S'agit-il d'éléments appartenant au bloc technologico-théorique ou au bloc pratico-techniques ?

H_0 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique dans le manuel et le niveau de l'élève en mathématiques sont indépendants.
H_1 : Le fait d'aller chercher un élément du bloc théorique/pratique dans le manuel et le niveau de l'élève en mathématiques sont liés

Bloc technologico-théorique

Table de type_contrat par solu_techno_livre			
type_contrat	solu_techno_livre		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
A	244 218.25 33.98 69.91 54.34	105 130.75 14.62 30.09 39.03	349 48.61
B	205 230.75 28.55 55.56 45.66	164 138.25 22.84 44.44 60.97	369 51.39
Total	449 62.53	269 37.47	718 100.00
Fréquence manquante = 68			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	15.7832	<.0001
Test du rapport de vraisemblance	1	15.8809	<.0001
Khi-2 continuité ajustée	1	15.1763	<.0001
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	15.7612	<.0001
Coefficient Phi		0.1483	
Coefficient de contingence		0.1467	
V de Cramer		0.1483	

30 % en contrat A des élèves vont rechercher dans le manuel des éléments technologiques alors que 44 % le font en contrat B. On note une nette différence. La p-value inférieure à 0,001 nous montre que les deux variables sont fortement liées. On rejette H_0.

Bloc pratico-technique

Table de type_contrat par solu_pratique_livre			
type_contrat	solu_pratique_livre		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	non	oui	Total
A	256 233.62 36.94 74.64 54.24	87 109.38 12.55 25.36 39.37	343 49.49
B	216 238.38 31.17 61.71 45.76	134 111.62 19.34 38.29 60.63	350 50.51
Total	472 68.11	221 31.89	693 100.00
Fréquence manquante = 93			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	13.3160	0.0003
Test du rapport de vraisemblance	1	13.3954	0.0003
Khi-2 continuité ajustée	1	12.7277	0.0004
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	13.2967	0.0003
Coefficient Phi		0.1386	
Coefficient de contingence		0.1373	
V de Cramer		0.1386	

25 % des élèves en contrat A vont rechercher des techniques dans le livre alors que 38 % le font en contrat B. Cette différence est marquante. La p-value de 0,0003 bien inférieure au seuil des 5% nous indique une forte association. Les élèves en contrat B vont plus que les contrats A chercher des techniques dans le manuel.

On observe que, les élèves en contrat A vont davantage rechercher que les contrats B des éléments théoriques dans le cahier de leçon, mais moins dans le manuel. Nous pensons que dans l'enseignement par AER, le cours du cahier de leçon est suffisamment nourri en technologies, ce qui amène les élèves à moins consulter le manuel pour recourir à des technologies. Il en est de même au niveau des éléments du bloc pratique. Nous formulons l'hypothèse que les élèves qui suivent un enseignement avec des AER n'ont pas besoin de

consulter leur livre pour aller chercher des techniques puisque celles-ci ont été élaborées en classe, au sein du cahier de leçon ou d'exercices.

4.6.2 Bilan sur le travail quotidien en fonction du contrat

Si on résume les résultats obtenus relatifs au travail quotidien, en comparant les techniques d'étude des élèves enseignés avec AER, contrat A, et ceux ayant suivi un enseignement plus traditionnel, contrat B, nous observons plusieurs différences.

85 % en contrat B et 87 % en contrat A, utilisent le cahier de leçon lorsqu'ils sont en difficulté sur un exercice donné par le professeur lors du travail quotidien. Au sein de ce cahier de leçon, les élèves en contrat A recherchent davantage des éléments du bloc technologico-théorique, et ce de manière très significative (p-valeur égale à 0,006). L'importance du bloc technologico-théorique, accordé dans l'enseignement par PER, se transfère dans le système didactique auxiliaire lors du travail quotidien. Quant au cahier d'exercices, nous n'avons pas observé de différence en ce qui concerne son usage.

En revanche, l'emploi du manuel entre les deux contrats, diffère. En effet, de manière hautement significative, il existe un écart entre les contrats A et B, d'une part au niveau de la recherche d'éléments issus du bloc tehnologico-théorique (p-valeur inférieure à 0,0001) dans le manuel et, d'autre part, au niveau de la recherche d'exemples corrigés dans le manuel (p-valeur égale à 0,0003). Les élèves en contrat A vont moins que les autres rechercher des informations dans leur manuel.

Dans un enseignement traditionnel, les activités dites « introductives » consistent en un échauffement pour amener l'enseignement des objets de savoirs visés, comme nous avons pu le décrire dans le paragraphe 1.4. A l'opposé, les activités d'étude et de recherche permettent aux élèves d'élaborer des organisations mathématiques à travers les questions travaillées pendant le temps de la classe. Elles débouchent sur un moment d'institutionnalisation au cours duquel le professeur identifie dans les activités de recherche des élèves et si possible avec eux, celles dont les résultats contribuent à l'avancée dans la constuction de l'organisation mathématique visée. Le bloc pratico-technique, types de tâches et techniques, ainsi que le bloc technologico-théorique, construits au sein de la classe à travers l'étude des questions dévolues, apparaissent comme réponse socialement construite à un type de tâches problématique donné. Le processus d'institutionnalisation est finalisé par des écrits qui servent de mémoire au groupe-classe, dans le cahier de leçons ou d'exercices ; l'idée d'un troisème cahier, qui serait d'essai et dans lequel seraient consignés les tentatives et les résultats des recherches, ne semble pas vivre dans le système d'enseignement des mathématiques actuel. Ainsi, il est possible que l'organisation didactique propre à un enseignement par AER rende inutile le besoin de recourir au manuel pour rechercher des techniques ou des ingrédients technologiques. Le fait de construire des organisations mathématiques complètes en classe, qui ne soient pas réduites à une liste de types de tâches et techniques, rendrait ainsi l'usage du manuel moins fréquent.

Ces résultats tendent à conforter notre hypothèse 3 rappelée ci-dessous :

H_3 : « L'enseignement par parcours d'étude et de recherche permet de construire des organisations mathématiques plus robustes et complètes contenant des types de tâches, des techniques mais aussi un bloc technologico-théorique. Ainsi les élèves sont donc moins poussés à aller rechercher des ressources à l'extérieur de la classe. Ils n'ont pas besoin de consulter leur livre pour aller chercher des techniques puisque celles-ci sont déjà écrites en classe, au sein du cahier de leçon ou d'exercices. »

4.7 Rapport à l'étude des mathématiques selon l'organisation didactique

On explore dans ce paragraphe le rapport à l'étude des élèves à travers les questions 12 et 17 déjà analysées. Désormais il s'agit de les étudier en fonction de l'enseignement suivi. Ce rapport est-il différent si l'élève a été enseigné avec ou sans AER ?

4.7.1 Les résultats

Pour cela on commence par étudier les résultats à l'item :

Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :

Connaître les justifications et les explications est indispensable/inutile

H_0 : les variables « type d'enseignement » et « connaître les justifications » sont indépendantes.

H_1 : les variables « type d'enseignement » et « connaître les justifications » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de type_contrat par justifier			
type_contrat	justifier		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	indispensable	inutile	Total
A	153 147.19 47.37 96.23 51.17	6 11.814 1.86 3.77 25.00	159 49.23
B	146 151.81 45.20 89.02 48.83	18 12.186 5.57 10.98 75.00	164 50.77
Total	299 92.57	24 7.43	323 100.00
Fréquence manquante = 463			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	6.0879	0.0136
Test du rapport de vraisemblance	1	6.3655	0.0116
Khi-2 continuité ajustée	1	5.0859	0.0241
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	6.0691	0.0138
Coefficient Phi		0.1373	
Coefficient de contingence		0.1360	
V de Cramer		0.1373	

Interprétation des résultats statistiques

96 % des élèves ayant suivi un enseignement avec AER considèrent que justifier est indispensable alors que 89 % le pensent dans le deuxième type d'enseignement. Cette répartition avec une p-value de 0,013 inférieure à 0,05 nous permet de rejeter H_0. Connaître les justifications lors des révisions d'un contrôle de mathématiques et le type d'enseignement suivi sont reliés. Les contrats A intègrent plus que les autres les justifications dans leurs révisions en mathématiques.

La dimension technologique, qui occupe une place importante dans l'enseignement avec AER, a un impact dans les révisions des élèves. Les élèves enseignés par AER accordent

plus d'importances aux justifications. Nous poursuivons par l'item concernant le rapport au cours. Les élèves ont-ils une vision de l'apprentissage basée sur le modèle cours/exercices, correspondant au mode rétroactif ? Nous rappelons l'item sur lequel nous portons notre attention :

Item : **Comment gères-tu ton temps ?**
Réponse codée 1 : J'apprends ma leçon puis je fais les exercices
Réponse codée 2 : Je fais des exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.
H_0 : les variables « type d'établissement » et « rapport au cours » sont indépendantes.
H_1 : les variables « type d'établissement » et « rapport au cours » sont liées.

Tableau de contingence et table statistique

Table de type_contrat par rapport_cours			
type_contrat	rapport_cours		
Fréquence Attendu Pourcentage Pct de ligne Pct de col.	1	2	Total
A	139 156.18 20.81 42.90 43.17	185 167.82 27.69 57.10 53.47	324 48.50
B	183 165.82 27.40 53.20 56.83	161 178.18 24.10 46.80 46.53	344 51.50
Total	322 48.20	346 51.80	668 100.00
Fréquence manquante = 118			

Statistique	DDL	Valeur	Prob
Khi-2	1	7.0847	0.0078
Test du rapport de vraisemblance	1	7.0985	0.0077
Khi-2 continuité ajustée	1	6.6783	0.0098
Khi-2 de Mantel-Haenszel	1	7.0741	0.0078
Coefficient Phi		-0.1030	
Coefficient de contingence		0.1024	
V de Cramer		-0.1030	

Interprétation des résultats statistiques

Dans l'enseignement avec AER, 43 % des élèves ont un mode de pensée basé sur la réalisation du cours puis des applications via les exercices contre 53 % en contrat B. La p-value à 0,0078 inférieure à 0,05 nous permet de rejeter H_0 au seuil des 5 %. Ceci nous permet de conclure que le rapport à l'étude est lié à l'enseignement suivi. Les contrats sans AER sont plus que les autres ancrés dans un mode traditionnel « cours puis exercices ».

4.7.2 Bilan sur le rapport à l'étude selon le contrat

Nous soupçonnions que l'enseignement par AER avait une influence sur le rapport à l'étude des élèves en dehors de l'école. Les résultats statistiques nous permettent de conclure que les gestes initiés dans le système didactique principal dans un enseignement contenant des AER diffusent au-delà de la classe à travers l'étude personnelle de l'élève. Dans un schéma classique d'étude, les élèves ne doivent utiliser que leur propre répertoire praxéologique pour répondre aux exercices, activités ou problèmes qui leur sont posés. Dans un enseignement par AER, face à une question Q, sont mises à disposition par le professeur ou par les élèves eux-mêmes des œuvres $O_{n+1,}$ …, O_m issus des cahiers, des manuels, ou encore de l'Internet, permettant d'élaborer une réponse $R^{\heartsuit}$. La situation d'étude vécue collectivement en classe dans les AER ressemble donc beaucoup plus à la situation d'étude de l'élève en dehors de la classe lors de son travail personnel en autonomie. On constate que les élèves en contrat A, enseignement avec AER, pour 96 % d'entre eux accordent plus d'importance au fait de justifier en mathématiques ; ce qui permet de mettre en lumière que l'importance accordée à la place cruciale qui porte sur le bloc technologico-théorique dans cet enseignement se transfère dans le travail personnel à la maison. La p-value étant égale à 0,0136, le lien de dépendance est donc fort sur cet item. De surcroît, 43 % des élèves en contrat A déclarent d'abord réviser la leçon pour ensuite réaliser des exercices d'application lors des révisions d'un contrôle, contre 53 % pour les élèves ayant suivi un enseignement classique, situant leurs apprentissages dans un modèle « cours puis exercices ». En conséquence, les élèves en contrat A sont en proportion moins nombreux à se situer dans le mode rétroactif. Le lien de dépendance est ici très fort, prouvé par un écart extrêmement significatif.

4.8 Conclusion sur les techniques d'étude selon l'organisation didactique suivie

Notre travail nous a amenée à explorer les différences dans les techniques d'étude développées par les élèves lors de leur travail personnel, à partir d'une partition en deux groupes : le groupe de ceux qui ont suivi un enseignement avec AER et celui de ceux ayant été enseignés de manière plus traditionnelle. Plusieurs points méritent d'être soulignés qui ont été mis en exergue par des tests statistiquement significatifs.

Les discussions informelles entre camarades sont plus fréquentes chez les élèves enseignés avec AER. Les activités d'étude et de recherche permettent de faire vivre dans la classe la construction d'organisations mathématiques en réponse à une grande question, reprise plusieurs fois dans l'année. Cette étude engendre la recherche de réponses à des sous-questions cruciales, car s'imposant en raison, pour l'instruction de la question de départ. Cette dynamique de questionnements, au cœur des PER, se prolonge au-delà de la classe via des discussions informelles où les élèves continuent à partager leurs connaissances avec leurs camarades. En effet, les multiples interactions entre élèves, vécues en groupes ou non lors des AER, ne s'arrêtent pas au simple retentissement de la

sonnerie mais se poursuivent bien au-delà dans les couloirs, ou sur le chemin de l'école. Les élèves ayant suivi un enseignement par AER se voient comme une communauté scientifique de recherche, partageant leurs réflexions au sein du groupe-classe.

L'aide apportée par les familles est aussi moindre dans les classes enseignées avec des AER. Les élèves montrent une plus grande autonomie lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté lors de leur travail à la maison quotidiennement, ce qui ne signifie pas qu'ils n'usent pas d'autres moyens pour répondre à leurs questions. Les familles, pourtant très présentes dans notre panel, interviennent moins comme aides à l'étude en contrat A.

Les élèves enseignés par AER sont plus nombreux à utiliser des brouillons pour réaliser leurs « devoirs maison ». Dans les phases adidactiques mises en place lors des AER, par principe le professeur se refuse à intervenir comme étant celui qui expose des connaissances. Ses interventions n'informent pas sur les objets de savoirs en jeu mais consistent à organiser un milieu donnant les moyens au groupe-classe de résoudre le problème posé par l'AER. En situation adidactique, lors de ces moments de suspension de l'enseignement, les élèves utilisent des brouillons pour tester des pistes, ou encore échanger des idées. Ces gestes de l'étude qui ne sont autres que des gestes de recherche se transfèrent au niveau des « devoirs maison » dans leur travail personnel. Le fait de vivre dans la classe des situations adidactiques, dans lesquelles les élèves doivent trouver par eux–mêmes, à l'aide de leurs cahiers, de manuels, de l'Internet des réponses à des problèmes mathématiques, leur procurent l'expérience de l'autonomie, qui s'inscrit plus que jamais dans la dialectique média-milieu. Ces diverses ressources, intégrées au milieu pendant le temps de la classe, permettent de faire collectivement l'expérience de la constitution d'un milieu d'étude idoine pour résoudre des problèmes.

Les élèves enseignés avec des AER, accordent plus d'importance aux justifications technologiques que les élèves enseignés traditionnellement. Avec une p-valeur de 0,0136, les élèves en contrat A déclarent plus que les autres que justifier en mathématiques est indispensable. Les parcours d'étude et de recherche visent à mettre en œuvre un rapport fonctionnel au savoir et à refonder les raisons d'être des praxéologies en jeux. On retrouve l'importance de cette dimension technologique à travers les réponses des élèves. Les élèves ayant suivi un enseignement par AER vont rechercher des éléments technologiques dans la leçon.

Les élèves enseignés avec AER sont moins nombreux, au cours des moments de leur travail personnel, à se placer dans un mode d'apprentissage du type « cours puis exercices ». Avec une p-valeur de 0,0078, l'écart trouvé avec les élèves qui ne sont pas enseignés par AER est extrêmement significatif.

Traditionnellement, sous forme magistrale, le professeur expose tout d'abord des éléments technologiques et théoriques sous la forme d'un « cours ». Ensuite, les élèves résolvent les exercices et les problèmes d'application qui en résultent. Pour beaucoup d'élèves, il faut attendre la phase d'exercices pour atteindre en acte le moment de première rencontre avec les types de tâches enjeu du chapitre et donc, le plus souvent,

comprendre l'utilité des objets de savoirs enseignés et la difficulté à accéder à leur maîtrise. Comme on l'a vu précédemment, la forme d'enseignement qui semble être dominante pour les mathématiques, notamment parce qu'elle a été décrite dans des textes officiels portant sur le programme et déclinant la manière dont devrait se dérouler une séance de mathématiques dans le second degré, ne repose plus sur un cours magistral professé, mais sur une ostension déguisée des organisations mathématiques. La séance débute par l'engagement des élèves dans des activités dites d'introduction, dont les manuels proposent une grande variété, mais qui ont toutes la particularité d'être bâties sur une succession de questions enchaînées, qui conduisent les élèves vers la réponse à une question qui ne leur a pas été posée ou, dans les rares cas où elle l'a été, pour laquelle on ne leur a pas laissé la possibilité de l'étudier afin d'en proposer une réponse ; la motivation du savoir, les raisons d'être qui en font éprouver la nécessité et qui l'engendrent, sont absentes.

Dans une première rencontre avec les types de tâches fondées sur un jeu de situations ou de phases adidactiques, comme c'est le cas des activités d'étude et de recherche, l'élève est acteur de la chronogénèse, dans le sens où il participe à l'élaboration du texte du savoir. Le travail d'une AER amène des mathématiques nouvelles, réponses à la question initiatrice de l'AER, que les professeurs de notre panel institutionnalisent, par écrit, dans le cahier de leçons ou d'exercices. La responsabilité des tâches, définie par le topos de chacun, est différente. La redéfinition des fonctions assignées à chacun lors d'une AER diffuse au-delà de la classe, dans le travail personnel des élèves. Dans un enseignement par PER, l'activité permet la construction de praxéologies « complètes », dans le sens où l'enseignement n'est pas réduit à une liste de types de tâches et techniques. Elle se complète de la dimension technologique lors du moment de construction du bloc technologico-théorique. Les technologies plus robustes permettent d'éclairer les techniques. Il est intéressant d'observer que ressort, dans le travail personnel des élèves enseignés avec des AER, une mise en valeur de la dimension technologique par rapport aux élèves enseignés plus classiquement. Ainsi n'ont-ils pas besoin d'aller rechercher dans d'autres documents des compléments pour leur étude personnelle. Lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté, les élèves en contrat A vont rechercher des ingrédients technologiques dans leurs cahiers de leçon.

En outre, la dynamique de questionnement permet de soulever des questions qui relèvent de praxéologies déjà anciennes, pas toujours routinières pour tous les élèves : la dynamique de la classe amène les élèves à s'interroger mais aussi à recueillir des $R^{\Diamond}$ à leurs questions. Il est fort possible que les questions venues de praxéologies issues des années antérieures soient alors reprises en charge par la dynamique de questionnement. Aussi les élèves en contrat A réalisent-ils moins d'exercices supplémentaires et révisent-ils moins les notions des années antérieures. Ainsi sommes-nous amenés à interroger de nouveau l'hypothèse suivante :

H_2 « L'enseignement par PER permet aux élèves d'acquérir des gestes de l'étude plus efficaces grâce à l'expérience collective en classe de la dialectique média milieu dans les situations adidactiques des activités d'étude et de recherche. »

4.8 Conclusions de l'étude statistique et hypothèses de recherche

Ce paragraphe a pour objet de synthétiser tous les résultats obtenus lors de notre étude statistique. Reprenons la première question qui fonde notre recherche.

> **Question 1** : Quelles sont les techniques d'étude, voire les praxéologies d'étude des collégiens en mathématiques développées lors du temps d'apprentissage et hors du temps d'enseignement ?

Les éléments que nous avons recueillis dessinent une première esquisse du travail personnel autonome des élèves. Ils sont à prendre comme des traces aiguillant notre recherche. Ces gestes de l'étude sont réalisés sous certaines conditions qui sont elles-mêmes soumises à des contraintes provenant des différents niveaux de l'échelle de codétermination du didactique.

4.8.1 Conclusion sur les conditions de l'étude

Dans un premier temps, à partir des éléments recueillis par questionnaire, nous nous penchons sur les conditions de l'étude. Trois axes sont examinés : les conditions matérielles, l'organisation du temps d'étude personnelle et le recours à des aides à l'étude.

Les conditions matérielles

Pour étudier, l'élève doit pouvoir disposer de conditions matérielles favorables. Dans chaque établissement, le manuel est prêté gratuitement et chacun possède un ou plusieurs cahiers, classeurs, ou porte-vues selon les organisations choisies par chaque professeur, et généralement se limitant à distinguer une partie cours et une partie exercices. En revanche, tous ne possèdent pas de livres de mathématiques, en complément du manuel. La possession de livres de mathématiques, hors manuel, touche 27 % de l'échantillon. Ce sont surtout les élèves de troisième qui se procurent les annales du brevet ou des ouvrages parascolaires dans l'objectif de réviser le brevet. Les élèves de REP sont moins dotés en livres, contrairement aux élèves de centre-ville qui en possèdent davantage. On peut relier ce constat à la provenance des élèves des zones REP, issus majoritairement de milieux populaires défavorisés, et dont le livre, et les écrits de manière plus générale, entrent peu dans la culture des familles. Quant à l'Internet, 98 % du panel y ont accès pour y recourir éventuellement lorsqu'engagés dans leur travail personnel ; ce taux est un peu plus bas chez les élèves de REP.

Les conditions temporelles de l'étude

L'élève doit pouvoir dégager du temps pour étudier. Il doit pouvoir aménager des conditions temporelles favorables. On constate que les meilleurs élèves commencent à réviser leur contrôle une semaine plus tôt et les plus faibles la veille. Les élèves de sixième et de cinquième se donnent davantage de temps pour réviser, de l'ordre d'une semaine, contrairement aux élèves de quatrième et troisième, qui révisent majoritairement quelques jours auparavant. Ces derniers ont davantage de travail scolaire à gérer, en quantité, et sont certainement plus vite « dépassés ». Sur cet item on ne relève pas d'influence provenant du type d'établissement. En ce qui concerne les « devoirs maison », 80 % des élèves les débutent bien avant la date de remise au professeur. Les élèves s'engagent plus volontiers dans l'étude lorsqu'il s'agit d'un devoir maison, qui, nous le pensons, possède un statut particulier qui le fait plutôt voir comme un « devoir de recherche ». Les élèves faibles et les élèves moyens sont ceux qui bénéficient le plus d'une aide pour la planification du travail. En outre, plus le niveau de classe augmente, moins l'élève « s'avance dans son travail ». On peut difficilement corroborer les propos de professeurs de sixième qui dénoncent un manque de méthodes de travail des élèves à l'entrée du collège.

Les aides à l'étude

Les cours particuliers participent de manière négligeable à notre étude, concernant seulement 3 % du panel. L'aide à l'étude est, à 75%, essentiellement apportée par les familles, puis à 45 % par les camarades. L'entraide est plus importante en quatrième et en troisième mais moins élevée en zone REP. La majorité des élèves se font aider prioritairement par leur famille. L'aide des parents est très forte en sixième et cinquième et ce, quels que soient le type d'établissement. Elle est moindre en quatrième et troisième. On peut imaginer une certaine émancipation des élèves à partir de la classe de quatrième qui n'est pas non plus étrangère au besoin d'autonomie d'élèves entrant dans l'adolescence. De plus, les élèves ayant suivi un enseignement comportant des AER déclarent solliciter moins leurs parents dans leurs devoirs quotidiens. Ils font preuve de plus d'autonomie dans leur travail à la maison. Avec ce type d'enseignement, l'entraide est d'autant plus grande entre camarades. Nous postulons que la dynamique d'étude se poursuit au-delà de la classe, qui forme une communauté de recherche.

On peut résumer les liens de dépendance trouvés par le tableau suivant.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement	Organisation didactique : avec ou sans AER
Aide des parents	x	x	Oui Très significatif Taux fort en zone rurale	Oui Très significatif Taux faible en contrat A
Aide des camarades	x	Oui Très significatif Taux fort en troisième	Oui Extrêmement significatif Taux faible en Rep	Oui Taux plus fort en contrat A

4.8.2 Conclusion sur les techniques d'étude

Dans un deuxième temps, nous synthétisons les résultats relativement aux techniques d'étude. Elles relèvent de trois types de situations :

- L'élève cherche une piste dans le travail quotidien, pour surmonter une difficulté dans un exercice donné à faire à la maison. Il met à sa disposition des $R\Diamond$ provenant de divers médias.
- L'élève révise un contrôle de mathématiques. Nous identifions les gestes qu'il effectue.
- L'élève accomplit des gestes en rapport avec la réalisation d'un devoir-maison. Il relit ses réponses, il fait un brouillon, il vérifie ses calculs, ses figures. Il contrôle ses raisonnements ou ses résultats par des éléments technologiques.

Ces trois situations d'étude personnelle nécessitent, toutes les trois, le recours à un ou plusieurs médias, engageant potentiellement les élèves dans une dialectique média-milieu. Il est à noter que les résultats statistiques nous montrent que les élèves travaillent par habitude. Ils sont dans une certaine routine, obéissant au *principe d'économie de l'énergie cognitive,* et ce quel que soit le temps attribué aux devoirs et quelle que soit la difficulté de l'exercice demandé.

4.8.2.1 Conclusion sur l'usage de médias lors du travail quotidien

Résumons les résultats obtenus sur l'usage de différents médias permettant à l'élève de trouver des $R\Diamond$, lors de son travail personnel quotidien. On commence par récapituler les liens de dépendance sous la forme d'un tableau.

Lien de dépendance ?		Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement	Organisation didactique Avec ou sans AER
Cahier de leçon	**Usage du bloc technologico-théorique du cahier de leçon**	Taux plus fort des bons et très bons élèves	Oui Très significatif Taux fort en quatrième	Taux faible en zone rurale	Oui Très significatif Taux fort des contrats avec AER
	Usage du bloc pratique du cahier de leçon	Taux plus fort moyens et faibles	x	x	x
	Usage du cahier des années passées	Oui Très significatif Taux fort chez les bons élèves	Oui Significatif Taux fort en troisième	x	x
Cahier d' exercices	**Usage du cahier d'exercices**	x	Oui Significatif Taux fort en quatrième et troisième	x	x
Manuel	**Usage du bloc technologico-théorique du manuel**	Oui Significatif Taux plus fort des très bons et des moyens	Oui Extrêmement significatif Taux fort en troisième	Oui Extrêmement significatif Taux fort en zone rurale et faible en zone REP	Oui Extrêmement significatif Taux fort en contrat B
	Usage du bloc pratique du manuel	x	Oui Extrêmement significatif Taux fort en troisième	Oui Extrêmement significatif Taux fort en zone rurale	Oui Extrêmement significatif Taux fort en contrat B
Internet	**Usage de l'Internet**	x	Oui Hautement significatif Taux fort en quatrième et troisième	x	x

Le cahier de leçon sert fréquemment de média lorsque les élèves sont confrontés à une difficulté dans un exercice du quotidien pour 86 % d'entre eux, ce qui lui confère un caractère universel. C'est une ressource à laquelle se réfèrent tous les élèves, tout critère confondu. Nous n'avons pas pu établir de différence significative dans son usage selon le niveau de classe, ni selon le niveau de l'élève, ni selon le type d'établissement. En revanche, on trouve des liens d'associations lorsqu'on distingue, dans son utilisation, la recherche d'éléments appartenant au bloc théorique ou au bloc pratique. On trouve un taux plus fort pour la recherche de technologies, en ce qui concerne les élèves bons et très bons, ainsi que pour les élèves de quatrième. De plus, les élèves qui ont suivi un enseignement avec AER étudient plus que les autres les technologies, à partir de leur cahier de leçon, avec une différence très significative. Le cahier des années passées, peu usité de manière générale, est surtout consulté par les très bons élèves, qui recherchent à établir une continuité dans les apprentissages. Il est plus utilisé en troisième et en sixième, où le programme de mathématiques fait d'autant plus appel à des notions antérieures. En effet, dans ces deux niveaux de classe, de nombreux types de tâches font l'objet d'une reprise d'étude, sans avancée majeure.

Le cahier d'exercices est utilisé à hauteur de 60 % dans le travail personnel quotidien, pour surmonter une difficulté rencontrée lors d'un exercice. On note une différence d'usage significative pour les élèves de quatrième et de troisième, qui le consultent davantage. L'emploi du manuel concerne un tiers des élèves. Il est davantage utilisé chez les élèves enseignés de manière traditionnelle, à la fois pour son bloc pratique et son bloc théorique, et cela de manière extrêmement significative. On note, en zone rurale, un usage faible du bloc théorique lorsqu'il provient du cahier de leçon, mais fort pour le même contenu lorsqu'il est issu du manuel. Ceci nous amène à la conclusion suivante : les éléments technologiques, qui sont manquants en zone rurale dans le cahier de leçon, sont étudiés à partir du manuel.

L'Internet est une ressource utilisée par environ un élève sur deux, sans lien établi avec le niveau, ni avec le type d'établissement. Par contre, les élèves de quatrième et de troisième sont ceux qui y recourent le plus, le contrôle parental étant certainement moins fort qu'en sixième et en cinquième. On poursuit cette synthèse en dégageant les liens de dépendance concernant la fréquence des discussions informelles.

Lien de dépendance ?	**Niveau de l'élève**	**Niveau de classe**	**Type d'établissement**	**Organisation didactique Avec ou sans AER**
Fréquence des discussions informelles	Oui Très significatif Taux déficitaire des élèves faibles	Oui Très significatif Taux fort des élèves de cinquième et de quatrième	Oui Significatif Taux faible en REP	Oui Significatif Fort taux des contrats A

Les moyens et les très bons élèves discutent fréquemment de mathématiques en dehors des cours. Les élèves faibles et les élèves REP le font rarement. En sixième les élèves parlent moins de mathématiques en dehors de l'école. Les élèves de quatrième sont ceux qui le font le plus. On peut penser que le programme n'est pas étranger à ces résultats. En effet il existe une rupture dans les apprentissages du programme de quatrième aussi bien en géométrie, où les raisonnements deviennent plus conséquents, qu'en travaux numériques, avec une montée en puissance du calcul algébrique.

4.8.2.2. Conclusion sur les révisions d'un contrôle de mathématiques

On décrit ici plusieurs techniques mises au jour par les tables statistiques. Les élèves peuvent faire appel à l'une des techniques repérées ou à la combinaison de plusieurs d'entre elles.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement	Organisation didactique
Relire la leçon	x	x	x	x
Réviser les notions antérieures	x taux plus fort chez les bons élèves	oui très significatif taux fort en sixième et troisième	oui significatif taux faible en zone REP et urbaine	oui très significatif taux fort en contrat B
Faire des exercices supplémentaires	x	oui très significatif taux fort en sixième et cinquième	oui très significatif taux fort en zone rurale	oui significatif taux fort en contrat B
Relire les exercices	x	x	x	x
Refaire les exercices	x	x	x	x
Trouver une méthode générale dans les exercices	oui significatif taux fort chez les très bons élèves	oui significatif taux fort en troisième	x	x

En ce qui concerne le travail de révision des devoirs surveillés, le geste de relecture de la leçon est très répandu : il concerne 95 % des élèves. Cette technique est équitablement répartie chez les bons élèves, les moyens et les faibles, ainsi que sur tous les types d'établissement. Elle n'est pas plus présente dans un niveau de classe plus qu'un autre, ce qui prouve que le cahier de leçon demeure une incontournable référence.

Quant aux exercices, ils sont nombreux (72 %) à les relire, et moins nombreux (33 %) à procéder à leurs réécritures. Plus le niveau en mathématiques est élevé, moins les élèves effectuent l'intégralité des exercices, autrement dit, plus ils sélectionnent les exercices qu'ils refont ou qu'ils relisent. La plupart des collégiens ancrent leurs gestes de reprises d'exercices dans une forme de résolution « mentale » plutôt que dans des techniques de résolution écrite.

De surcroît, les très bons collégiens cherchent à inférer à partir des exercices qu'ils relisent ou refont. Ils essaient de dégager des méthodes générales des exercices issus du travail en classe. Cette technique est plus répandue, et cela de manière significative, chez les élèves de troisième. Ainsi, les très bons élèves se distinguent par un travail de décontextualisation.

Les élèves de sixième et de cinquième ont recours, de manière très significative, à des exercices en supplément, contrairement aux élèves de troisième et de quatrième. On peut conclure que lorsqu'ils s'engagent dans des exercices, les élèves de sixième et de cinquième qui sont davantage tournés vers l'apprentissage des leçons, les trouvent en dehors du milieu créé en classe. Les élèves de quatrième et de troisième, quant à eux, s'engagent dans un travail qui est plutôt orienté vers des pratiques d'exercices dont la provenance est celle de la classe. Les élèves de zone rurale complètent le plus l'étude par des exercices venant de l'extérieur. Nous n'avons pour l'instant pas d'explication pour ce résultat. En ce qui concerne l'organisation didactique, les élèves issus de contrats traditionnels d'enseignement réalisent davantage d'exercices complémentaires.

Les bons élèves se différencient aussi des moyens et des faibles par leur aptitude à reprendre l'étude des praxéologies anciennes. Les élèves de sixième et de troisième sont ceux qui, dans leurs révisions des devoirs surveillés, insèrent le plus d'éléments venant des années passées. Notons que l'on trouve un taux faible d'élèves étudiant les notions antérieures en zone REP et urbaine, ainsi que chez les élèves enseignés par PER. Nous postulons qu'un enseignement avec AER permet la création d'un milieu en classe qui intègre déjà les praxéologies anciennement étudiées, ce qui expliquerait cette proportion plus faible.

4.8.2.3 Conclusion sur la vérification des réponses dans un devoir maison

On réalise ici un bilan des techniques de vérification utilisées lors des « devoirs maison » en fonction du niveau de l'élève en mathématiques, du niveau de classe, du type

d'établissement et de l'organisation didactique du professeur. Nous commençons par établir un tableau récapitulatif des liens de dépendance.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement	Organisation didactique avec ou sans AER
Faire un brouillon	oui très significatif taux fort des bons et moyens	oui extrêmement significatif taux fort des élèves de quatrième et troisième	oui significatif taux faible en zone REP et rurale	oui extrêmement significatif taux fort des élèves en contrat A
Relire le devoir maison	x	oui significatif taux fort pour les élèves de sixième et de cinquième	x	x
Relire le devoir maison par ne aide à l'étude	x	oui significatif taux fort pour les élèves de sixième et de cinquième	x taux faible en zone REP	x
Vérifier les calculs	x	x	x	x
Vérifier les figures de géométrie	oui significatif taux fort chez les très bons et les élèves faibles	oui extrêmement significatif taux fort des élèves de sixième et de cinquième	x	x
Vérifier grâce au bloc théorique	oui significatif taux fort chez les bons et très bons	x	x	x
Vérifier les raisonnements	oui extrêmement significatif taux fort chez les très bons	x	oui significatif taux faible pour les élèves de REP	x

On remarque l'existence de disparités dans l'emploi de techniques de vérification entre le domaine des calculs et le domaine géométrique.

Beaucoup d'élèves vérifient leurs calculs. Nous n'avons pas pu établir de lien ni avec le type d'établissement, ni avec le niveau de classe, ni avec le niveau de l'élève. La vérification des figures de géométrie grâce aux instruments de géométrie vit chez les très bons élèves et les élèves faibles. Nous supposons que ce geste de contrôle n'a pas la même fonction pour ces deux catégories d'élèves.

L'un est plutôt resté dans une géométrie instrumentale, l'autre dans une géométrie déductive avec un appui sur les figures pour aider à construire des démonstrations. Les élèves de sixième vérifient beaucoup en s'aidant des instruments en géométrie, ce qui n'est pas étonnant, puisque l'étude de cette partie des mathématiques a antérieurement reposé, à l'école primaire, sur une géométrie instrumentée.

Un élève sur deux vérifie la cohérence des raisonnements. Plus l'élève est d'un bon niveau en mathématiques, plus il cherche à vérifier ses raisonnements. Cependant, on ne peut pas dire que cet item soit lié au niveau de classe. En revanche, les élèves de REP cherchent moins que les autres à contrôler leurs raisonnements. Les bons et les très bons vérifient les propriétés et les théorèmes qu'ils utilisent. On en déduit qu'ils accordent plus d'importance à la dimension technologique qu'ils utilisent dans sa fonction de contrôle des techniques.

Les très bons élèves relisent davantage leurs « devoirs maison » mais réalisent moins de brouillon. Travailler au brouillon est une pratique que l'on peut surtout relier aux bons élèves et aux moyens. Les élèves de REP relisent moins leurs devoirs et sont moins aidés dans leurs relectures. De surcroît, les brouillons sont plus rares dans les zones REP et les zones rurales. Les élèves de troisième/quatrième effectuent moins de relecture de leurs devoirs afin de vérifier leurs réponses, que leurs camarades de sixième et de cinquième.

4.8.3 Conclusion sur le rapport à l'étude des mathématiques

Nous avons pu établir, grâce à l'étude statistique, une première esquisse du rapport des élèves à l'étude des mathématiques. Celle-ci devra être complétée par une étude qualitative permettant d'accéder à un grain de description plus fin de ce rapport à l'étude personnelle. Nous n'avons pas pu établir de lien de dépendance entre le niveau de l'élève et les items de la question 12 (rapport au cours) et les items de la question 17 (apprendre par cœur et justifier). Cependant, on peut rappeler certains résultats trouvés précédemment qui sont à relier avec le rapport à l'étude. Les bons et les très bons élèves accordent plus d'importance aux technologies qu'ils utilisent comme moyen pour contrôler les techniques. Ils ont un rapport aux technologies différent par rapport aux faibles. Les très bons élèves vont plus que les autres chercher des notions dans les cahiers des années antérieures. Ils cherchent à poursuivre les apprentissages qu'ils ont déjà réalisés, à faire des liens, dans une logique de continuité.

On entrevoit une évolution dans le rapport à l'étude entre la sixième et la troisième. En classes de sixième et de cinquième, les élèves sont plus nombreux à commencer tout d'abord à apprendre leur cours puis à faire des exercices d'application. Dans ces classes,

on trouve aussi des taux plus forts d'élèves qui jugent indispensable l'apprentissage par cœur. A l'inverse en quatrième et en troisième, on trouve moins d'élèves qui apprennent par cœur et qui commencent par l'étude du cours. Par rapport aux élèves de sixième, 98 % des élèves de quatrième et 92 % des élèves de troisième, c'est-à-dire des pourcentages très importants pensent qu'il est indispensable de justifier en mathématiques. Ainsi pourrait-on dire, en reprenant une distinction courante de vocabulaire, que les élèves de sixième « apprennent » des mathématiques alors que les élèves de troisième « font » des mathématiques. Les collégiens de troisième possèdent une vision où l'on pratique, alors que leurs camarades de sixième perçoivent les mathématiques comme un apprentissage par cœur de leçons. On note un écart très significatif entre les élèves REP et les autres pour l'item « j'apprends d'abord ma leçon puis je fais des exercices. » Les élèves de REP sont proportionnellement plus nombreux à se situer dans un mode rétroactif.

Les réponses aux questionnaires permettent de mettre en lumière des traces indiquant un changement de paradigme scolaire chez les élèves enseignés par PER.

Premièrement, il existe un nombre plus faible d'élèves en contrat A (enseignement avec AER et PER) qui étudient dans un mode rétroactif, c'est-à-dire dans un mode « cours puis exercices ». On passe d'un enseignement traditionnel, défini depuis la TAD à l'aide de la métaphore de la visite de monuments, où l'ostension est dominante et pour lequel les raisons d'être des organisations mathématiques à étudier sont perdues, à une pédagogie de l'enquête.

Deuxièmement, le taux plus élevé en contrat A, d'élèves qui déclarent que connaître les justifications lors des révisions de contrôles est indispensable, constitue un indice du changement de rapport à l'étude, et notamment du rapport au bloc technologico-théorique, induit par ce type d'enseignement. Les élèves ayant suivi un enseignement contenant des AER, accordent plus d'importance à la dimension technologique. Ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où les AER et PER font davantage travailler *le logos*, en tant que discours rationnel permettant de justifier et comprendre les techniques apprises ; ce qui se répercute sur des éléments propres à la gestion du travail personnel.

Nous résumons ci-dessous les liens de dépendance trouvés sur le rapport à l'étude des mathématiques.

Lien de dépendance ?	Niveau de l'élève	Niveau de classe	Type d'établissement	Organisation didactique : avec ou sans AER
J'apprends ma leçon puis je fais des exercices.	x	Oui Très significatif taux plus fort en sixième et en cinquième	Oui Extrêmement significatif taux plus fort en REP et zone rurale	Oui Très significatif Taux faible des contrats A
Apprendre par cœur en mathématiques est indispensable	x	Oui Extrêmement significatif	x	Pas de test du Khi-deux
Connaître les justifications en mathématiques est indispensable	x	Pas de test du Khi – deux	x	Oui Significatif Taux fort des contrats A

Ces premiers résultats nous permettent de disposer d'une assise plus ferme pour les hypothèses de recherche antérieurement posées et rappelées ci-dessous :

H_1 : « La dynamique de questionnement vécue lors des AER (et PER) influence la construction du milieu pour l'étude. Les discussions autour des questions se prolongent en dehors de la classe. Les élèves font preuve de plus d'autonomie dans leur travail et, de ce fait, sollicitent moins l'aide de leurs parents. »

H_2 : « Le milieu d'étude créé en classe dans un enseignement par AER (et PER) est plus complet, dans le sens où il fait travailler, en plus des types de tâches et techniques, le bloc technologico-théorique qui justifie le bloc pratico-technique. C'est pourquoi les élèves enseignés par AER (et PER) révisent moins les praxéologies antérieures, réalisent moins d'exercices complémentaires et consultent moins le bloc théorique de leurs manuels par comparaison avec les élèves enseignés de manière traditionnelle. »

L'approche qualitative qui suit nous permet de recueillir des données sur le terrain afin d'enquêter sur ces hypothèses et d'affiner nos résultats.

5. Approche qualitative

5.1 Cadre méthodologique de l'approche qualitative

L'objectif de ce chapitre est l'explicitation des orientations méthodologiques de notre recherche, afin de parvenir à identifier les différentes techniques auxquelles recourent les élèves pour étudier, et par suite afin de parvenir à l'atteinte d'éléments de connaissance portant sur leur rapport à l'étude des mathématiques. Nous avons eu recours à une méthodologie de type clinique. Il s'agit ici de la mise en place d'une clinique des rapports personnels des élèves à l'étude des mathématiques. Le premier paragraphe vise à expliquer les raisons de la démarche utilisée et à montrer pourquoi le recours à une méthodologie clinique s'est imposé au regard de notre problématique. Le second paragraphe permet de situer notre méthodologie sur un plan épistémologique. En outre, il nous paraît important d'évoquer, dans un troisième paragraphe, quelques précautions méthodologiques propres à cette recherche. Enfin, dans une dernière partie, nous nous attelons à décrire plus précisément la démarche d'enquête à travers les séries que nous avons constituées.

5.1.1 Choix d'une méthodologie

Dans ce paragraphe, nous nous attachons à expliciter le choix du cadre méthodologique utilisé pour recueillir les données et les analyser. En effet, alors que la méthode quantitative nous a permis de récolter des données sur une large population, la méthode qualitative utilisée ci-après est basée sur un petit échantillon, sous forme de « séries », dont nous expliquons la composition dans le dernier paragraphe de ce même chapitre. Dans ces séries, nous avons conjugué des entretiens d'élèves bons, moyens et faibles avec deux observations *in vivo* de l'action de deux élèves, en train de travailler.

Notre problématique nécessite d'avoir accès à des éléments appartenant à la dimension privée de l'étude des mathématiques. Nous devons donc mettre au jour des techniques privées du regard du professeur et réalisées de manière autonome. Elles sont, par nature, intrinsèquement difficiles à atteindre. De plus, nous avons vu précédemment que lorsqu'on demande « comment faire pour bien étudier les mathématiques ? », les discours recueillis en guise de réponse sont souvent opaques : « Il faut bien écouter le professeur, être attentif, être concentré, relire la leçon ou bien refaire des exercices », et cela aussi bien du côté des élèves et des familles, que du côté des professeurs. Ces phrases, qui sonnent comme une ritournelle apprise par cœur, et dont on sait qu'elles ne suffisent pas à expliquer la réussite ou l'échec scolaires ne sont que le signe de l'empreinte de la société sur l'école. Elles sont le reflet des différentes composantes du rapport établi par la

société à l'étude des mathématiques. Ainsi pour comprendre le cœur de ces gestes cachés, qui sont souvent « évidents » pour celui qui en parle et décrits à demi-mots, nous avons choisi d'inscrire notre enquête dans le champ des approches cliniques et plus particulièrement dans l'approche qui a pris pour nom celui de *paradigme indiciaire*[36]. A travers l'étude de cas d'élèves, nous souhaitons mettre en lumière une clinique des rapports personnels des élèves à l'étude des mathématiques. Cette enquête s'inscrit, plus amplement, au sein d'une clinique de systèmes (Leutenegger, 2009)[37] : entre le système didactique principal et le système didactique auxiliaire dans leur complémentarité et leur compatibilité ou incompatibilité.

5.1.2 Sur le plan épistémologique : les origines de la *clinique*

Les observations, les entretiens réalisés avec les élèves, ainsi que les copies des contrôles ont pour fonction le recueil de traces au sein de notre méthodologie de type clinique. Dans un premier temps, nous allons revenir sur l'histoire de la clinique, qui a pris naissance dans un cadre extérieur à l'école, dans le milieu médical. *La naissance de la clinique* de Michel Foucault (1963) est une œuvre qui expose le changement radical dans la façon d'appréhender les maladies et de soigner les malades qu'a représenté la clinique. Michel Foucault identifie dans cet ouvrage trois paradigmes de la maladie entre le XVIII^{e} et le XIX^{e} siècle : *la médecine nosologique*, *la médecine des épidémies* et celle qui nous intéresse ici la *médecine clinique.* Ces trois modes de pensée correspondent chacun à une façon spécifique d'articuler les causes de la pathologie, ses symptômes et par conséquent une façon d'intervenir sur la maladie. A partir du XVIII^{e} siècle le fait qu'une maladie puisse toucher un nombre assez important d'individus pousse la médecine à s'intéresser davantage à la géographie des maladies et donc à la recherche de leurs causes. On ne cherche plus à trouver la nature de la maladie mais plutôt ses origines. Dans ce deuxième mode de pensée, il s'agit de déterminer « une trame commune chez tous les malades, mais singulière en ce moment de temps et en ce lieu de l'espace » (Foucault, 1963, la naissance d'une clinique, p. 24). Avec cette montée en puissance de l'expertise médicale apparaît un nouveau regard sur les maladies : celui du regard clinique. L'auteur décrit l'essence de la méthode en ces termes :

> Démêler le principe et la cause d'une maladie à travers la confusion et l'obscurité des symptômes ; connaître sa nature, ses formes, ses complications ; distinguer au premier coup d'œil tous ses caractères et ses différences. (Ibid.)

Ainsi « Isoler des traits, reconnaître ceux qui sont identiques et différents » constitue une première caractéristique de la méthode clinique. Il s'agit d'une observation détaillée des symptômes visibles mais qui se doit de prendre en compte les variations et les *anomalies.* La maladie est vue comme une combinaison de symptômes. Elle s'exprime dans chaque individualité de manière différente. La méthode clinique reconnaît, contrairement aux

[36] Thouard, D. (2007). *L'interprétation des indices. Enquête sur le paradigme indiciaire avec Carlo Ginzburg*. Presses Universitaires du Septentrion

[37] Leutenegger, F. (2009). *Le temps d'instruire. Approche clinique et expérimentale du didactique ordinaire en mathématique*. Peter Lang

deux méthodes qui la précédent, une multiplicité des cas de figures. Elle introduit à cet égard en médecine la notion *d'incertitude.*

> La médecine découvre que l'incertitude peut être traitée analytiquement, comme la somme d'un certain nombre de degrés de certitudes isolables susceptibles d'un calcul rigoureux. » (Ibid.)

On explique certains changements dans les faits observables de la maladie grâce aux caractéristiques individuelles du patient. Il faut *laisser parler* les faits de manière à trouver la maladie dont est atteint le patient et prendre en compte l'évolution de la pathologie.

La méthode clinique existe depuis la médecine mais on y recourt aussi en psychologie, ou en psychanalyse. Dans notre dispositif, ce ne sont évidemment pas des maladies que l'on essaie d'identifier mais bien des phénomènes didactiques. Pour Francia Leutenegger (2000) dans son article *Construction d'une clinique pour le didactique*, p. 274 : « Le pendant du lit du malade est alors la classe. » Aussi s'agit-il d'élaborer une clinique, non pas des personnes dans leurs singularités, mais une clinique du didactique, c'est-à-dire une clinique des systèmes didactiques.

Il est important de souligner qu'il ne s'agit pas d'une clinique des élèves, l'élève n'étant qu'une des instances d'un système didactique, et dans notre cas plus précisément, le système didactique auxiliaire, comprenant d'autres instances, comme les objets de savoirs et les aides à l'étude. Notre enquête s'attache à comprendre le fonctionnement de ce système dans les relations qu'il entretient avec le système didactique principal. Ce ne sont donc pas des individus singuliers que nous étudions, mais les sujets d'une institution donnée. L'élève se construit, ou on lui a construit, un milieu d'étude constitué d'œuvres avec lesquelles il entretient des rapports personnels, postulés différents selon la position de l'élève, c'est-à-dire selon ce qui est évalué par le représentant de l'institution comme qualifiant son rapport aux mathématiques : bon élève, élève moyen ou faible.

Nous cherchons à comprendre les effets des divers assujettissements des élèves aux institutions « classe » et « famille » sur leurs équipements praxéologiques, c'est-à-dire sur les praxéologies mathématiques auxquelles ils vont avoir recours et sur les rapports à ces praxéologies qu'ils entretiennent. Les symptômes sont les manifestations d'une réalité didactique, que l'on cherche à cerner. L'enquête suppose donc de parvenir à construire des signes à partir de la multitude des *symptômes* observés, reflets d'une certaine technique d'étude d'un sujet institutionnel : l'élève.

> Parmi les symptômes ne deviennent signes que les éléments qui font sens pour le clinicien : celui-ci s'attache en quelque sorte à « faire parler » les symptômes, à les ériger en signes en les regroupant mais surtout en les rattachant à des savoirs établis. (Leutenegger, 2000, p. 219)

Notons que nous ne pourrons pas accéder à l'intégralité des techniques personnelles d'étude. Nous n'avons accès qu'à des bribes de l'activité des élèves en situation d'étude autonome. Les gestes accomplis étant d'ordre privé, seule leur dimension publique nous est accessible, une partie de cette activité échappant au chercheur : par exemple celle qui relève de déterminants privés qui conduisent vers le choix personnel d'accomplissement

d'un geste qui peut être observé, plutôt que d'un autre, qui, non accompli, ne pourra être observé bien qu'il ait été un temps envisagé.

En retranscrivant des entretiens, nous chercherons à identifier les éléments des milieux d'étude des élèves, de leurs équipements praxéologiques activés pour un type de tâches donné, comme autant de traces pouvant potentiellement se constituer en indices. Autrement dit, à partir des discours et des observations recueillis « au chevet » des élèves, on tente de référer et d'organiser ces traces en indices. Pour ce faire, nous recourons à des critères de reconnaissance élaborés à partir de la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) et en se servant de ses développements récents concernant les abords de la cognition, présentés par Yves Chevallard à l'occasion du congrès CITAD6 en janvier 2018.

Les symptômes sont référés à ce cadre théorique afin de pouvoir étudier et analyser des praxéologies d'étude. Le regard et le jugement portés sur ces traces par le chercheur sont guidés par la problématique de recherche exposée dès le début de cette thèse, ainsi que par l'analyse quantitative qui a suivi. Grâce à la constitution d'un système d'indices convergents, nous pouvons en conséquence identifier des praxéologies d'étude, selon la position de l'élève dans l'institution : bon, moyen ou faible. Les indices construits à partir des entretiens d'un bon élève ont en effet, selon un principe d'inférence, une grande chance de se retrouver chez d'autres bons élèves ; on peut aussi l'envisager pour un élève moyen ou un élève faible.

Selon Francia Leutenegger (2000, p 231) trois grands principes jalonnent une recherche de type clinique :

- un principe de questionnement réciproque des différents types de traces
- un principe d'ordre des analyses
- un principe de rétroaction des analyses sur elles-mêmes ou principe de symétrie

Le principe de questionnement réciproque

Le chercheur établit un *système de questionnement* dont il interroge les différents types de traces, ce qui permet de *discuter les événements*. La mise en perspective, et le recoupement de manière successive des informations, permettent de *réduire l'incertitude quant aux liaisons entre les événements*. Toutes les traces, sans exception, sont interrogées selon cette même grille de questionnement, comme un passage au crible. Cependant, les réponses et l'analyse peuvent être *mises en suspens* jusqu'à une mise en relation définitive. Pour cela il s'agit de décider dans quel ordre analyser les différentes traces. Ce qui nous amène au deuxième principe, le principe d'ordre des analyses.

Le principe d'ordre des analyses

La première idée qui vient à l'esprit est l'analyse des traces de manière chronologique. L'auteure nous alerte sur cette façon de faire, qui ne lui ne paraît pas adéquate, ce qui l'amène à parler de l'importance du *découpage de la réalité et des unités d'analyse.* Dans notre recherche, nous nous situons avant et après un contrôle de mathématiques. Un entretien est réalisé avec une poignée d'élèves avant et après le devoir. Il s'agit de

recouper les informations entre ce qui a été déclaré par l'élève avant le contrôle et après le contrôle, pour confronter ce qui est dit par l'élève et ce qu'il a réellement réalisé au moment du contrôle. Par exemple, si un élève déclare avoir parfaitement « compris une notion » alors qu'en contrôle certaines réponses sont erronées, nous pouvons confronter ses propos à la réalité et à sa perception de cette réalité ; autrement dit, nous pouvons accéder à des parties de son rapport à l'étude et de son rapport à des éléments des organisations mathématiques précédemment étudiées.

> Il s'agit de se donner de bonnes raisons de les traiter dans un ordre ou dans un autre, ce qui revient à déterminer des unités d'analyse. On considérera comme *unité d'analyse première* « l'ensemble des traces portant sur un contenu d'enseignement particulier et prenant forme d'une tâche mathématique particulière. » (Leutenegger, 2000)

Pour un type de tâches mathématiques ou d'organisation mathématique donnés, les traces font l'objet d'une première mise en relation. La mise en relation, la liaison des traces, par exemple spécifiques à un type de tâches donné, permettent d'établir et de constituer des phénomènes plus généraux. Mais comment ainsi « remonter » vers des généralités ? Il s'agit du troisième principe exposé par F. Leutenegger.

Le principe de symétrie ou de rétroaction des analyses sur elles-mêmes

Le déroulement temporel crée bien évidemment une première organisation de la *collection des données.* Cependant une fois les entretiens passés, le chercheur doit prendre de la distance avec son objet d'étude. Il sait déjà ce qu'il s'est passé et, pour cette raison, il a la possibilité de revisiter les *événements* passés en gardant en tête les événements présents. Cette démarche de feed-back permet d'enrichir les analyses. Il y a *rétroaction de l'analyse*. C'est ainsi que prend tout son sens *la construction de signes et la liaison entre ces signes*. Notre approche de type clinique est basée sur une technique plus spécifique inspirée de celle des chercheurs de la *microstoria* italienne en particulier celle de Carlo Ginzburg. Ce dernier élabore en 1989 un paradigme, qu'il nomme paradigme indiciaire, qu'il utilise dans son œuvre *Mythes, emblèmes, traces. Morphologie et histoire* et qui nous sert de point d'appui. Dans ce recueil d'articles, Carlo Ginzburg explique comment il reconstitue le passé en garantissant scientifiquement cette reconstruction. Sa méthode repose sur le changement de regard qu'il opère sur l'objet. La posture que l'observateur adopte est au cœur de sa conception et révolutionne la méthodologie de reconstitution des faits historiques. A l'instar de Foucault, il s'agit de se « déprendre de soi-même », pour être le plus impartial possible et atteindre la vérité. Carlo Ginzburg évoque « la voix qui m'objecte à l'intérieur de moi ». De la même manière que dans les histoires policières, il est essentiel de passer par un moment de doute et de soupçons : la personne n'étant déclarée coupable que lorsque la preuve de sa culpabilité est faite. Pour accéder à la vérité, c'est dans son rapport avec les faits que le travail se joue. Le chercheur doit *mettre son savoir en suspens.* Il traque les signes pour « renouer les fils du passé ». Mais de quels signes s'agit-il ? Ce qui fait la particularité du travail de Carlo Ginzburg et qui apporte une nouvelle dimension à la reconstruction historique, est l'importance qu'il accorde aux faits annexes et marginaux.

> L'identité se niche dans ce qui est le moins contrôlé, se lit dans ce qui échappe à la censure. C'est dans la singularité et non dans la régularité que procède le sens. (Ginzburg, 2010)

Ainsi les petits détails qui ne trouvent pas leurs places dans l'ordinaire, ou encore les petits écarts, sont sources de précieux renseignements. Ce sont *les anomalies*. Ces *anomalies* constituent les *indices* qui vont rendre possible l'analyse. Carlo Ginzburg repère parmi *les événements* des faits à la marge pour les ériger en *signes.* Ils deviennent alors autant de pièces du puzzle qui reconstruisent une histoire, et qui permettent de reconstituer l'Histoire. Cette perspective nouvelle conçue à partir d'*anomalies,* qui ne sont issus que de trajectoires individuelles et singulières permet de relier les *événements* entre eux et par suite de fournir un regard historique bien différent. Pour reprendre l'analogie de son sous-titre, c'est grâce à la mise en relation de « figures » que l'on comprend les « morphologies ».

Les questions qui se posent à présent, à partir de la présentation de ces éléments historiques et méthodologiques, et par rapport à notre projet de recherche, sont les suivantes. Comment décider des traces qui vont être utiles à notre recherche ? Quelles sont les traces auxquelles on choisit de donner un statut d'observables utiles ? Peut-on les analyser de manière identique ? Quel est le degré de précision nécessaire à la recherche de ces traces ? Effectuer des choix en fonction de notre question de recherche et de la réalité du terrain est essentiel afin d'évaluer ce qu'il est possible de réaliser en fonction de ce que l'on doit rechercher.

5.1.3 Précautions et précisions méthodologiques

Le cadre théorique nous permet de prendre la mesure de certains obstacles méthodologiques. En voici quelques-uns qu'il nous semble important d'évoquer.

Il convient de ne pas prendre « pour argent comptant » les déclarations des élèves. En effet, l'élève peut être tenté de vouloir enjoliver ses propos, se conformer à ce qu'il croit être les attentes de celui qui l'interroge : se montrer conforme à l'image du « bon élève », déclarer qu'il refait une multitude d'exercices, qu'il relit de nombreuses fois ses leçons alors qu'il n'en est rien. L'élève se conforme à « ce que l'on attend de lui ». Il s'agit là d'une manifestation du contrat didactique dans le cas d'un entretien. Pour pallier ce biais, les mêmes questions sont posées plusieurs fois mais de façon différente, afin de recouper les informations et de s'approcher au plus près de la réalité.

Cependant il paraît important de noter que les élèves sont plutôt tentés de valoriser leur travail et non de le minimiser. Ils ne peuvent pas inventer des techniques qu'ils ne pratiquent pas ou qu'ils ne connaissent pas. Autrement dit, même si la réalité est un peu biaisée, il s'agit toujours de l'expression du schéma d'une étude idéale. L'instruction aux sosies constitue alors une technique de recueil de traces intéressante. Elle permet de mesurer l'écart et de pointer la différence entre ce que l'élève déclare faire et ce qu'il pense qu'il serait bon de faire.

L'entretien commence par des questions qui n'ont rien à voir avec les mathématiques, de manière à détendre les élèves et « délier les langues ». L'entretien est présenté aux élèves comme une enquête sur les collégiens. A aucun moment, ils n'ont connaissance de ce qu'est l'objet réel de la recherche. Pour conclure nous revenons sur la manière de « faire parler les événements et les faits observables » définis précédemment lors de l'analyse. Nous mettons en exergue certaines difficultés méthodologiques.

La difficulté d'observer les interactions entre les sous-systèmes

Le chercheur n'est ni présent durant le cours assuré par l'enseignant, ni lors des révisions des élèves à la maison. Il recueille des éléments grâce aux cahiers, aux copies des contrôles et aux entretiens avec les élèves. Il est difficile de dénouer les interactions entre le système didactique principal et le système didactique auxiliaire. Les éléments que nous recueillons sont par nature incomplets. Nous assemblons des pièces parfois isolées pour reconstituer un puzzle.

La présence de l'observateur

Comme le souligne Yves Chevallard « observer » suppose toujours « un observateur dont il s'agit de tenir compte. » La recherche a un caractère intrusif, ce qui n'est pas sans conséquence. Ainsi le message donné aux professeurs et relayé auprès des élèves ne contient pas la nature exacte du questionnement. Voici le message destiné aux enseignants.

> Dans le cadre d'une enquête, je recherche des volontaires pour répondre à des questions lors d'entretiens de 15 minutes. Le sujet concerne la vie des collégiens : intégration dans le collège, bien-être, stress des contrôles. Pourriez-vous me désigner 6 élèves qui travaillent mais dont les résultats sont différents (2 bons élèves ; 2 élèves moyens et 2 élèves faibles) si possible en respectant la parité garçons /filles. Etant moi-même professeur de mathématiques, je demanderai aux élèves d'amener leurs affaires de mathématiques et tout ce qui leur sert pour réviser les mathématiques afin d'illustrer leurs propos. Je vous remercie pour votre participation.

Le chercheur se doit de mettre à distance les observations réalisées. Pour Schaubauer-Leoni et Leutenegger,

> Le monde « ordinaire » qui nous occupe existe donc 3 fois : une fois objectivement (« réellement », « matériellement » dirait Vygotsky), une fois à travers la reconstruction interprétative qu'en font les acteurs étudiés dans et par nos recherches et une fois tel qu'archivé sous forme de corpus reconstitué, restitué via le processus dialectique d'explication/compréhension du chercheur qui le représentera ensuite sous la forme de textes publics. » (Schaubauer-Leoni & Leutenegger, 2000, p. 228)

Le problème du choix des unités d'analyse

Pour permettre l'analyse des données nous devons choisir de focaliser notre étude sur une partie du programme de mathématiques. Si l'étude porte sur une partie trop large, le nombre de tâches mathématiques devient trop conséquent et par suite difficilement traitable. « Jusqu'à quel point isoler une leçon, une tâche mathématique ? » (Leutenegger,

2000, p. 224). Nous avons choisi de nous intéresser au secteur des aires et périmètres en cinquième et sixième. Notons qu'au niveau de l'étude des aires et des périmètres, seul le calcul de l'aire du parallélogramme diffère entre les classes de 6e et de 5e.

Le contrat dans le système didactique principal et auxiliaire

Si on souhaite étudier le fonctionnement du système didactique auxiliaire, on ne peut faire l'impasse ni sur l'étude de leur cohérence interne ni sur la manière dont l'institution elle-même les définit. Il est essentiel d'explorer le contexte familial à travers les propos des élèves et ce que l'institution attend des familles via le discours de l'enseignant. L'entretien avec le professeur a pour objectif de faire expliciter les éléments de son projet didactique. On regarde ici le discours du professeur comme autant d'éléments appartenant au contrat didactique tissé entre lui et ses élèves.

Passer du spécifique au générique

Il paraît légitime de se poser la question suivante dans l'utilisation d'une *méthode de type clinique :* comment passer du spécifique au générique ? Autrement dit comment, à partir de cas isolés, mettre en lumière des phénomènes didactiques plus généraux ? On répond à la question en s'appuyant sur les propos de Schaubauer-Leoni et Leutenegger (Ibid.)

> C'est en effet la mise en évidence de traces de généricité et de leur fonction dans la gestion du lien didactique que sont explorées, à nouveau et en retour, les composantes spécifiques des objets constitutifs de l'interaction. L'étude du didactique renvoie ainsi à l'exploration conjointe du spécifique et du générique dans la dialectique d'enseignement/apprentissage. (Schaubauer-Leoni & Leutenegger, 2000, p. 230)

Le paradigme indiciaire autorise « à partir de l'individualité du phénomène ou de la "chose" observée à remonter à des "caractères" généraux. Il s'agit de mettre au jour des phénomènes didactiques à partir de *signes pour l'observateur* qui eux-mêmes renvoient à des symptômes scolaires. » Ainsi, ce sont à la fois les points communs de nos séries et les *anomalies* repérées qui vont nous permettre de remonter, via l'appui de la théorie didactique, vers un phénomène didactique plus global.

5.1.4 Description de notre démarche méthodologique

L'objectif de ce paragraphe est de décrire plus précisément le dispositif d'enquête. Les différentes étapes de construction de la clinique selon le paradigme indiciaire sont les suivantes :

- Première phase : Construction d'une *collection* de données
- Deuxième phase : Analyse de ces données.

5.1.4.1 La construction d'une *collection* de données

Revenons tout d'abord sur le mot *collection* que nous employons volontairement plutôt que le mot *récolte* : historiquement Foucault parle de la maladie comme *collection de symptômes*. Enfin pour en revenir à des analogies botaniques, le chercheur se comporte comme un collectionneur qui réunit des objets d'étude typiques d'une certaine espèce

selon certains critères bien définis. Il est à remarquer que le chercheur n'est pas présent lors des séances en classe. Il agit ainsi comme une personne neutre. Il est donc légitime que l'élève lui raconte et « explique le cours », la façon dont il l'a appréhendé, et les enjeux qu'il a perçus. Deux types de données sont collectionnés :

- Des données émanant des entretiens avec les élèves
- Des données provenant d'observations d'élèves en train de travailler

Tous les entretiens réalisés sont de type semi-directif. Ils sont conduits sur la base d'un canevas établi par le chercheur. Plusieurs modes ont été envisagés pour les observations : l'élève seul à la maison et l'élève seul en permanence ou au CDI. Pour ces deux types dispositifs, la difficulté consiste à accéder aux cheminements réalisés en silence par le sujet. Lorsque le chercheur s'assied à côté de l'élève et pose des questions quant à sa façon de procéder, l'élève sait qu'il a à côté de lui une personne qui peut potentiellement l'aider en mathématiques. Pour cette raison, il ne se comporte pas tout à fait comme s'il était tout seul. Nous aurions dû opter pour une méthodologie recourant à la vidéo pour accéder plus aisément à ces données. Pour chaque professeur, nous collectionnons divers documents sur le chapitre choisi :

- L'intégralité des exercices réalisés ainsi que leurs supports (livre ; documents photocopiés)
- L'intégralité du cours ou encore la partie de la leçon correspondante
- Le sujet du contrôle sur le chapitre
- La copie corrigée par le professeur de chacun des élèves

L'objectif de la constitution du corpus est de vérifier l'adéquation entre ce qui est déclaré par l'élève et la réalité. On recoupe les informations afin de tester la robustesse et la validité des propos des élèves.

5.1.4.2 Les entretiens avec les élèves

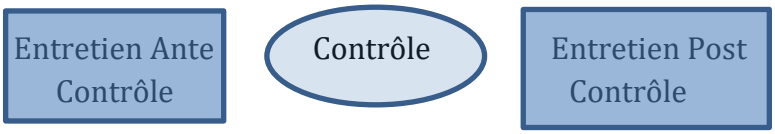
Nous avons choisi de nous intéresser au moment du contrôle puisqu'il constitue un moment privilégié dans l'étude personnelle autonome du sujet. C. Félix parle de « moment héroïque. » Cet épisode de vie didactique se prête aisément à l'observation de la conformité entre le rapport personnel de l'élève à la connaissance visée et le rapport institutionnel attendu, impulsé par le professeur. Les élèves sont convoqués selon un planning fixé par le chercheur durant une heure de permanence. Les observations se déroulent à l'écart, dans une salle de classe libre ou une annexe du CDI. L'élève est convoqué, seul, et le protocole oblige à ce que les élèves ne se croisent pas pour éviter toute communication entre eux. Le caractère confidentiel de l'entretien est en outre rappelé à chaque élève par le professeur. L'élève amène ses affaires de mathématiques pour illustrer et appuyer ses propos. On crée un échantillon du terrain constitué par six élèves pour chaque classe, dans lequel trois positions d'élèves sont représentées.

- L'élève qui suit, comme attendu, le travail demandé, les tâches à exécuter et dont les résultats sont à la hauteur du travail, autrement dit le « bon élève »

- L'élève qui suit le travail demandé mais dont les résultats restent passables : l'élève « moyen »
- L'élève qui ne se repère pas dans les tâches demandées par l'enseignant et en décalage au niveau du contrat : « l'élève faible ».

Les contrastes entre ces différentes positions d'élèves dans l'institution viennent nourrir notre recherche. Les élèves sont choisis par le professeur de la classe avec le souci de respecter le plus possible la parité garçons/filles et de convoquer des élèves qui sont engagés dans l'étude. En effet, notre recherche n'a pas pour but de mettre en relief les raisons qui poussent certains élèves à ne plus travailler allant jusqu'à ce que l'institution scolaire nomme le « décrochage ». Il s'agit plutôt de comprendre pourquoi des élèves qui travaillent effectivement ne parviennent pas à obtenir les résultats escomptés. La finalité poursuivie consiste à nous pencher sur les techniques développées par les bons élèves lors de leur travail autonome et qui ne sont pas réalisées par des élèves moyens ou faibles.

Le dispositif est composé de deux entretiens : un entretien « ante » et un entretien « post » contrôle (Annexe 11).



L'entretien « ante » a pour fonction de recueillir le discours de l'élève sur son travail personnel autonome à propos des révisions qu'il a effectuées sur une leçon précise. Le canevas d'entretien cherche à éviter les généralités et à se centrer sur les techniques d'études employées. On demande à l'élève d'amener ses cahiers, ses classeurs et toutes les ressources qu'il possède pour travailler afin de prendre appui sur des éléments précis. Quelle phrase de leçon ? Quelle formule ? Quel exercice ? Il est réalisé quelques jours avant le contrôle (maximum une semaine avant) selon les disponibilités de chacun. Pour certains élèves, les révisions ont déjà été bien commencées lors de l'entretien. Ils évoquent donc les tâches réellement effectuées. Pour d'autres, il ne s'agit que de projections futures. Lors de l'entretien « post contrôle » on revient sur le travail des élèves qui n'avaient pas encore révisé pour réajuster les éléments récoltés. Il est cependant intéressant d'observer comment l'élève se projette dans l'anticipation et la planification de son travail personnel de révisions. Cela permet de mesurer l'écart entre ces deux positionnements, le planifié et le réel.

5.1.4.3 Canevas pour l'entretien ante-contrôle

Dans ce canevas, nous avons opté pour des premières questions permettant de mettre à l'aise l'élève et de le détourner de notre objectif premier. On repère aussi l'intégration de l'élève dans le collège et le temps qu'il a mis pour réviser : un temps de trajet relativement court ou long, des loisirs plus ou moins chronophages qui occupent plus ou moins de place dans la scolarité. Ces informations nous renseignent sur les conditions de

l'étude. Nous prenons garde, lors des entretiens, de vérifier que les élèves interrogés sont dans de bonnes conditions pour travailler, même s'il est évident que tous les paramètres sociaux, psychologiques, affectifs ne peuvent pas, être tous pris en compte. Certains sont plus faciles à appréhender : par exemple, le temps consacré aux trajets scolaires. On peut légitimement penser que des élèves qui passent en trajet une heure de leur journée, voire plus, se trouvent le soir dans un état de fatigue ne permettant pas un travail personnel optimal. On peut aussi citer les élèves qui auraient une activité extrascolaire sportive ou associative très chronophage, dans laquelle leur énergie serait largement dépensée.

1) Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi par rapport à l'école, par rapport à l'année dernière ?
2) Est-ce que tu fais du sport ? As-tu des loisirs ? Combien de temps par semaine ? Tu habites loin ? Comment viens-tu au collège ? Et la nourriture à la cantine ? As-tu beaucoup d'amis ?

On questionne l'élève sur sa position dans l'institution et le repérage de l'annonce du contrôle. L'élève a-t-il identifié les enjeux du contrôle ? Quels termes utilise-t-il ? Jusqu'à quel degré de précision entre-t-il dans les détails ?

3) En mathématiques, pour l'instant, tu dirais que tu es en progrès ? Tu es constant ? Les mathématiques pour toi, c'est plutôt facile ? Difficile ?
   Un prochain contrôle en mathématiques a été annoncé ? Quand a-t-il été annoncé ?
4) Que dois-tu réviser ? Sur quoi porte le contrôle ?

On interroge sur les conditions de l'étude : le lieu, les horaires, les aides à l'étude éventuels.

5) As-tu déjà révisé ?
   Si oui, où, combien de temps ? En plusieurs fois ?
   Seul, avec des amis, avec tes parents ?
   Si non, comment envisages-tu tes révisions ?

A-t-il identifié une tâche récurrente, voire un type de tâches parmi les exercices réalisés ? On observe la façon dont il décrypte le contrat.

6) Si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, ce serait lequel ?
   Un truc qui va tomber !

On cherche à cerner les types de médias qu'il se met à disposition pour étudier.

7) Quel matériel utilises-tu pour réviser ?
   Quel cahier ? Manuel de la classe ? Autre livre ? Internet ?

On revient sur les aides à l'étude. Quelles sont les aides à l'étude ? Quels gestes accomplissent-ils pour aider l'étude ? On demande à l'élève de s'appuyer de manière précise sur les supports utilisés : cahiers, le manuel, Internet. Lorsqu'il utilise l'Internet, on lui demande d'aller sur l'ordinateur et de nous montrer son cheminement.

8) Quelqu'un t'aide -t–il ? Si oui qui (famille, professeur, amis, aide aux devoirs) ? Si oui, comment t'aident-ils ?
9) Comment travailles-tu pour réviser ?

On cherche à repérer les techniques d'étude propres à l'élève. On répète la question plusieurs fois si nécessaire, sous différentes formes. Le chercheur laisse du temps à l'élève pour qu'il puisse réfléchir. En cas de difficultés, on aide l'élève à se souvenir « Tu es assis dans ta chambre sur ton bureau, souviens-toi, puis… » On évite les questions orientées du type : As-tu refait des exercices ? As-tu relu la leçon ? Du moins, pas avant qu'il ne l'a lui-même évoqué. On enquête sur les représentations familiales de l'étude à l'école et plus particulièrement celles en mathématiques.

10) Quels conseils te donnent tes parents pour bien travailler à l'école ? et pour bien travailler en mathématiques ?

Le moment d'évaluation est un moment important. Quelles sont les techniques qui lui permettent de contrôler ses savoirs ?

11) Comment sais-tu que tu sais ? Comment détectes-tu que tu as compris ou pas ?

Pour la question 12, il s'agit d'une instruction au sosie dans laquelle les informations glanées peuvent être différentes selon l'élève interrogé de celles qu'il fait, lui- même, pour travailler. Il s'agit d'un idéal. L'élève précise dans l'absolu, ce qu'il faut faire pour étudier les mathématiques. On opère donc la distinction entre ce que l'élève pense qu'il faudrait faire et ce que l'élève fait réellement.

12) Imaginons qu'un élève chinois arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Quels conseils lui donnerais-tu pour bien réviser les contrôles de mathématiques et qu'il réussisse ?

5.1.4.4 Canevas pour l'entretien post-contrôle

L'entretien « post contrôle » vise à recueillir à chaud l'avis, le sentiment de l'élève sur l'accomplissement du contrôle. A-t-il réussi ? S'attendait-il à de tels exercices ou problèmes ? Est-il surpris ? Il s'agit lors de cet entretien, de revisiter avec lui ses révisions réelles, en s'appuyant sur les documents de la classe et d'autres documents qu'il aurait mis à sa disposition. S'il va sur Internet, on lui demande d'aller sur Internet et de nous montrer. Notons que les élèves amènent lors des entretiens leurs affaires de mathématiques : livre cahiers et fiches de révisions personnelles. Pour l'entretien « post-contrôle », le contrôle de l'élève sert de support à la discussion, on revient sur les erreurs de l'élève.

1) Le contrôle a-t-il été rendu ? Corrigé ? Si oui, par qui ?
2) Penses-tu avoir réussi ? Pourquoi ? S'il n'a pas été rendu, quelle note penses-tu avoir ? Peux-tu m'expliquer ?
3) L'exercice sur lequel tu misais est-il tombé ?
4) Qu'as-tu fait pour réviser ?

Chaque fois, on s'appuie sur les cahiers et manuel de l'élève.

5) Comment as-tu trouvé le devoir ?
Facile ? Difficile ? Long ? Court ? Surprenant ? Pourquoi ?

On reprend une à une les questions du contrôle à partir de la copie corrigée par le professeur et on demande à l'élève de montrer ses erreurs et d'essayer de les corriger. Si une difficulté apparaît, on revient sur ses révisions. Avais-tu révisé cette partie ? Comment avais-tu révisé ? En quoi est-ce différent dans le contrôle par rapport à ce que tu avais vu à la maison ?

6) Peux-tu m'expliquer tes erreurs ? Peux-tu les corriger ?

On cherche lors de ces entretiens une double évocation :

- Ce que l'élève a fait à la maison pour étudier, afin de récolter ses techniques d'étude ; ses manières de procéder pour préparer le contrôle
- Ce que l'élève a fait en classe lors du contrôle et son retour par rapport à ce qu'il a mis en œuvre à la maison pour étudier ; manières de procéder lors du contrôle et le retour sur ses révisions

Nous sommes parfois amenée à demander aux professeurs des éclaircissements sur certains points concernant ses intentions didactiques. Le professeur explique alors la façon dont il envisage le chapitre. A travers son discours, nous décelons à la fois les enjeux qu'il a souhaité impulser sur le chapitre concerné et le type de contrat instauré dans la classe. Cette *collection* de données, copies, cahiers, classeurs, entretiens ante et post et deux observations *in vivo*, est au fondement de l'analyse.

5.1.4.5 Analyse des données : le passage *des événements aux traces*

Il s'agit à travers des *symptômes*, c'est-à-dire des *éléments observables*, de les regrouper et les relier entre eux afin de construire des *signes.* Cela implique de ne pas seulement décrire des faits mais de les analyser au travers d'éléments théoriques didactiques. Il est donc primordial d'enraciner cette construction *de signes* dans des théories didactiques. Nous outillons cette analyse grâce à la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD). Dans la suite, nous souhaitons décrire les unités d'analyse que nous avons choisies au regard de notre problématique. Comment avons-nous découpé notre objet d'étude ?

Le découpage se décline à partir de la création de *séries signifiantes*, ou encore de *systèmes de signes*, de manière à *réduire l'incertitude* quant aux phénomènes didactiques mis en lumière. On cherche à dégager des régularités à travers les divers entretiens et observations, puis à en extraire des spécificités. Une première analyse consiste à dégager l'organisation mathématique et des éléments sur l'organisation didactique du professeur. A partir du corpus et du discours de l'élève lors des deux entretiens, une deuxième analyse permet de croiser les attentes du professeur avec les éléments retenus par l'élève. Ces derniers sont décrits en termes de praxéologies. A partir du devoir noté et corrigé, une troisième analyse vient recouper les informations récoltées lors des deux précédentes analyses, afin de les réajuster. Cette mise en relation, avec rétroaction de l'analyse, a pour fonction d'identifier des phénomènes didactiques relatifs à l'imbrication des deux

systèmes didactiques : le principal et l'auxiliaire. Si l'enquête par questionnaire a pu faire émerger des techniques d'étude globales, et aussi les conditions et les aides à l'étude des élèves différenciées selon la position en termes de résultats de l'élève dans la classe, les entretiens individuels nous permettent de leur côté d'approfondir la compréhension des mécanismes mis en jeu dans l'étude personnelle des mathématiques. Rappelons que notre problématique concerne deux systèmes didactiques : le système didactique principal constitué par la classe et le système didactique auxiliaire constitué par le système d'apprentissage hors-classe. Aussi, notre grille de questionnement comporte-t-elle deux volets, celui d'une comparaison à l'intérieur d'un même système (comparaison intra-systémique) et entre deux systèmes didactiques, principal et auxiliaire (comparaison inter-systémiques). Nous poursuivons en explicitant le système de questionnement.

A l'intérieur du système didactique principal

- Quelle est l'organisation mathématique proposée par l'enseignant relativement au thème étudié ?
- Quelle est l'organisation didactique générique mise en place par l'enseignant en termes de travail personnel ?

A l'intérieur du système didactique auxiliaire

- Le premier critère concerne le repérage de la position que l'élève occupe dans l'institution composée par la classe de mathématiques (bon, moyen ou faible). Cette information nous est donnée par le professeur et vérifiée en la demandant à l'élève.
- La deuxième série de questions concerne la mise en exergue des techniques d'étude autonome. Quelle sont les techniques utilisées par les élèves pour étudier ? Quelles sont les raisons et les représentations de l'étude qui justifient ces techniques ? Quelles sont les techniques de contrôle utilisées par les élèves pour vérifier la mise en conformité de leurs rapports personnels vis-à-vis des attendus institutionnels ?
- Dans un troisième temps, on part de l'hypothèse que les bons élèves s'enseignent à eux-mêmes et revivent des épisodes de vie didactique de la classe pour préparer le contrôle. Aussi s'agit-il de relever, dans leurs discours, quels sont les moments de l'étude qui sont revécus lors des révisions ?

Enfin, il s'agit de mettre en parallèle les deux systèmes didactiques. On interroge le milieu convoqué pour l'étude des mathématiques lors de la révision du contrôle et quelles sont les mises en rapport possibles entre système didactique principal et système didactique auxiliaire. Peut-on différencier ces techniques personnelles selon la mise en place dans la classe d'un enseignement par PER ou non ?

Dans la suite, nous détaillons la constitution des séries que nous avons effectuée. Les paramètres que nous avons retenus comme influençant l'étude sont ceux pris en considération lors de l'étude statistique :

- Le niveau de l'élève en mathématiques.

- L'âge de l'élève, donné par le niveau de classe, de la sixième à la troisième
- Le type d'établissement : REP, rural, urbain
- Le type d'organisation didactique dans sa dimension plutôt collégiale ou plutôt magistrale : enseignement avec ou sans AER.

Nous prenons ici en compte l'organisation didactique dans sa dimension générique : fréquence des évaluations, suivi du travail personnel, organisation en termes de ressources. Nous avons fixé l'objet *O* de l'étude : il s'agit des aires et des périmètres. Afin d'obtenir des séries *signifiantes*, nous bloquons certaines variables, en en faisant varier d'autres. Quatre classes désignées par C_1, C_2, C_3 et C_4 et trois professeurs notés y_1, y_2, y_3 nous permettent de recueillir des données. Précisons que le professeur y_1 enseigne en REP, le professeur y_2 enseigne en zone rurale et l'enseignant y_3 en zone urbaine, non classée REP.

Classe	C_1	C_2	C_3	C_4
Enseignant	y_1	y_1	y_2	y_3
Organisation didactique	B	B	B	A
Niveau de classe	sixième	sixième	cinquième	cinquième
Type d'établissement	REP	REP	Rural	Urbain

Afin d'établir un lien entre le niveau de l'élève et les techniques d'étude, nous interrogeons chaque fois et dans chaque classe deux bons élèves, deux élèves moyens et deux élèves faibles. A travers l'ensemble des séries, nous cherchons à trouver des similitudes dans les techniques utilisées pour étudier les mathématiques, selon la position de l'élève dans l'institution : bon, moyen ou faible.

Il existe un partage des responsabilités entre le professeur et l'élève. Chaque professeur possède des habitudes spécifiques pour désigner à l'élève ce qu'il a à étudier et comment l'étudier. Nous appellerons cette composante spécifique du contrat « le contrat d'étude ». Pour chacun des professeurs interrogés, nous nous intéressons à la façon dont il organise le suivi du travail personnel ainsi que son organisation en termes de ressources. Il est assez courant lors des activités mathématiques réalisées en classe que les élèves n'aient accès qu'à leur propre répertoire praxéologique pour répondre aux questions. La possibilité de faire appel à des écrits mathématiques dans les manuels ou sur l'Internet est souvent proscrit. Parmi les professeurs choisis, deux les autorisent et l'un les interdit. L'objectif est d'appréhender s'il existe un impact dans les pratiques des élèves en termes de mobilisation de ressources pour leur travail personnel. Nous décrivons ci-après les contrats d'étude des trois professeurs.

Le contrat d'étude de y_1

Le professeur y_1 utilise deux supports : un pour la leçon où il consigne les résultats à apprendre et l'autre appelé cahier de bord contenant les activités « d'introduction », les recherches et les exercices. Le texte des leçons se trouve sur des feuilles photocopiées

insérées dans un porte-vues. Les élèves sont, selon la terminologie actuellement en vigueur dans le système éducatif, disposés « en îlots » dans la classe. Pendant les cours, l'enseignant y_1 autorise l'accès aux cahiers, aux manuels qui sont à disposition sur une table au fond de la classe. y_1 donne un ou deux exercices à rechercher « à la maison » à la fin de chaque séance. Il ne vérifie pas le travail à la maison. Il donne des devoirs surveillés toutes les trois semaines et des devoirs maison que très rarement. Le manuel est utilisé comme banque d'exercices et comme une ressource pour les exercices.

Le contrat d'étude de y_2

Le professeur y_2 donne des devoirs à la maison lors de chaque séance. Il utilise un seul cahier dans lequel des fiches de leçon sont collées au moment opportun dans les exercices. Les fiches polycopiées de leçon sont bien identifiées. Chaque semaine, les élèves doivent rendre au professeur un « devoir maison » composé d'un ou deux exercices courts. Pour chaque heure le travail est vérifié. Le manuel de la classe est utilisé comme banque d'exercices et non comme une ressource pouvant contenir des $R^{\lozenge}$. Les documents sont proscrits en classe, à l'exception de la calculatrice. Certaines fiches sont autorisées lors des évaluations, mais seulement réservés à certains élèves « décrocheurs ». Un devoir surveillé est donné toutes les 3 semaines. Les tables sont positionnées en rangées.

Le contrat d'étude de y_3

Le professeur y_3 utilise deux cahiers : l'un pour les activités et les exercices et l'autre pour les leçons. Les cours sont manuscrits, contenant parfois des feuilles polycopiées. Les élèves sont positionnés « en îlots » et peuvent utiliser des ressources quand ils le souhaitent. Une bibliothèque contenant plusieurs ouvrages est à leur disposition lorsqu'ils réalisent des recherches : manuels de la classe, autres manuels de mathématiques couvrant toutes les années de collège, dictionnaires de français. y_3 donne du travail à la maison lors de chaque séance. Il ne vérifie pas si les devoirs sont ou non faits. Les corrections des devoirs quotidiens sont réalisées au tableau par un groupe d'élèves volontaires, après une phase de partage des réponses à l'intérieur de chaque groupe. Le manuel, l'Internet, les cahiers sont utilisés comme une banque d'exercices mais aussi comme source de $R^{\lozenge}$ dans les activités et les exercices.

A partir des quatre classes interrogées et des trois professeurs, nous avons créé quatre séries de comparaisons.

La série 1 : même niveau de classe, même contrat d'étude, organisations mathématiques différentes

Les classes 1 et 2 sont enseignées par le même professeur et sont des classes de sixième. Elles sont situées dans le même établissement. L'organisation didactique générique, en ce qui concerne le contrat d'étude décrit précédemment, ne varie pas. Les classes de sixième concernées n'ont pas été observées la même année mais lors de deux années consécutives. La première année, le professeur y_1 a réalisé des séances selon ses habitudes et la deuxième année, nous lui avons proposé un scénario où l'organisation mathématique était modifiée. On peut comparer dans cette série, à niveau fixé, à professeur fixé, sur le

même objet d'étude *O* l'influence de l'organisation mathématique sur les techniques d'étude.

La série 2 : même organisation mathématique, contrats d'étude distincts

Les classes 1 et 3 suivent toutes les deux un enseignement sur un mode ostensif comportant des activités. Les organisations mathématiques sont similaires. Le niveau est différent (sixième et cinquième) mais, comme cela a été précédemment mentionné, seul le type de tâches consistant à calculer l'aire d'un parallélogramme représente une nouveauté en cinquième. Les professeurs des classes 1 et 3 sont différents, ainsi que leurs contrats d'étude. Dans la classe 1, les ressources sont autorisées, les élèves travaillent « en îlots », mais dans la classe 3, elles sont proscrites, à l'exception de la calculatrice. Les tables sont installées sous forme de rangées. Dans la classe 1, le travail n'est pas vérifié alors qu'il l'est dans la classe 3.

Série 3 : même contrat d'étude, même organisation mathématique, organisation didactique différente

Les classes 2 et 4 travaillent selon le même contrat d'étude : des tables installées en « îlots », un travail quotidien non vérifié, des ressources autorisées pendant les recherches, en libre accès au fond de la classe. Cependant l'enseignement suivi est différent : la classe 2 suit un enseignement où la dynamique de questionnement n'a pas vécu, à l'inverse de la classe 4. Les classes 2 et 4 étudient sur ce thème, la même organisation mathématique.

Série 4 : même niveau, organisations mathématique et didactique différentes

Les classes 3 et 4 sont toutes deux des classes de 5^{e} mais présentent des différences en termes d'organisation didactique, aussi bien au niveau générique, en ce qui concerne les contrats d'étude, que sur la présence ou non d'AER. Les élèves de la classe 4 ont suivi un enseignement avec des AER alors que la classe 3 est enseignée de manière plus traditionnelle. L'une est située en zone rurale et l'autre en zone urbaine. Remarquons que l'on ne compare pas les classes 2 et 3 ainsi que les classes 1 et 4 qui possèdent trop peu de points communs.

Récapitulons les différents critères intervenant dans nos séries.

Séries	**Classes à comparer**	**Critères fixes**	**Variables**
Série 1	classes 1 et 2	Objet d'étude Niveau sixième établissement REP Contrat d'étude, même professeur	Organisation mathématique

Série 2	classes 1 et 3	Objet d'étude Enseignement sans AER Organisation mathématique similaire	Niveau Type d'établissement Contrat d'étude Professeur
Série 3	classes 2 et 4	Objet d'étude Contrat d'étude Organisation mathématique	Niveau Type d'établissement Organisation didactique Professeur
Série 4	classes 3 et 4	Objet d'étude Niveau cinquième	Type d'établissement Contrat d'étude Professeur Organisation mathématique et didactique

5.2 Reprise des résultats statistiques à la lueur de l'abord du cognitif en Théorie Anthropologique du Didactique (TAD)

5.2.1 Reprise de la question 2

Revenons à la question 2 rappelée ci-dessous :

> **Question 2 :** Quel milieu, au sein du schéma herbartien, se donnent les collégiens dans leur travail personnel, hors du temps de la classe de mathématiques ?

Nous reprenons dans ce paragraphe la modélisation de l'étude par le *schéma herbartien* en y ajoutant des compléments. Ces derniers sont issus des développements récents proposés par Yves Chevallard en Théorie Anthropologique du Didactique, présentés à au Sixième Congrès International sur la Théorie Anthropologique du Didactique (CITAD6) et lors du cours avancé n° 3 donné à Barcelone du 1er au 5 juillet 2019. Nous prenons appui sur la partie statistique qui a mis en lumière des résultats portant sur les techniques d'étude des élèves, afin de les réinterpréter à la lueur de l'abord du cognitif en TAD.

Les élèves, pour étudier un objet *O* hors du temps scolaire rassemblent un ensemble d'*œuvres*, qui constituent une partie du milieu d'étude. Ainsi, à travers le questionnement de l'objet *O*, se constitue un enjeu de l'étude noté *q*. Quelle description peut-on d'ores et déjà donner de cette partie du milieu d'étude à partir de notre enquête statistique ?

Parmi les œuvres appartenant au milieu, on trouve des objets matériels. Par exemple, pour 95 % des élèves, il contient le cahier de leçon qui est vu comme une référence incontournable. Pour 60 % des élèves, ils intègrent dans le milieu le cahier d'exercices et pour peu d'entre eux, seulement 23 %, il contient un livre de mathématiques. Les

ouvrages parascolaires pour réviser le brevet entrent dans sa composition pour les élèves de troisième. Pour 17 % des élèves, surtout pour ce qui concerne les très bons élèves, les élèves de troisième et de sixième, il contient aussi le cahier de l'année précédente. Tous ces objets sont intégrés au milieu non pas tant, bien entendu, pour leur matérialité comme pourrait l'être une calculatrice, un compas, etc., mais plutôt pour leurs contenus, pouvant agir potentiellement comme un média et pouvant fournir à celui qui étudie, des réponses $R^{\lozenge}$. Nous avons pu mettre en évidence que pour les très bons élèves, le cahier de l'année précédente sert de référence pour des praxéologies anciennement étudiées. Pour 96 % des bons et très bons élèves, ce sont les technologies qui sont recherchées dans le cahier de leçon, alors qu'il donne essentiellement accès pour 86 %-87 % des élèves faibles et moyens aux techniques, notamment à partir des exemples aux solutions rédigées.

Nous avons encore vu précédemment qu'un même document peut être utilisé à des fins différentes. Par exemple, le manuel est intégré au milieu d'étude personnelle par les élèves ruraux (à 39 %) pour ses deux dimensions pratique et technologique. Des médias immatériels entrent eux-aussi en tant qu'œuvres dans la composition du milieu, comme l'Internet pour un élève sur deux, ou encore les conversations entre camarades et au sein du milieu familial. Ces dernières peuvent être parfaitement volontaires : c'est le cas de l'intervention d'aides à l'étude, d'un parent, d'un grand frère (75 %) ou d'un camarade (45 %). Le milieu, on a pu le constater, contient des éléments différents, en fonction des niveaux de classe. L'entraide par exemple entre camarades est plus prononcée en quatrième et en troisième, mais aussi selon le type d'établissement fréquenté : l'aide des familles est très présente en zone rurale (82%). L'entraide entre camarades ne fait que peu partie du milieu dans les zones REP (taux faible de 34%). Le milieu d'étude peut aussi comporter des discussions informelles, sur le trajet du collège et au détour d'un couloir, par exemple. Nous avons pu remarquer que ce sont surtout les élèves de quatrième (68 %) et les élèves très bons et moyens qui tirent profit de ces situations pour qu'elles agissent comme un média, contrairement aux élèves de REP qui discutent peu de mathématiques en dehors des cours.

Les éléments du milieu d'étude des élèves diffèrent aussi s'ils ont suivi un enseignement avec des AER, pour lequel il existe, par rapport à un enseignement traditionnel, des discussions plus nombreuses entre pairs. Celles-ci ne fournissent pas que des réponses $R^{\lozenge}$ car elles permettent aussi d'amener de nouvelles questions qui entrent à leur tour dans la composition du milieu.

Il faut souligner que le milieu du schéma herbartien est le milieu tel qu'il est, à la fin de processus, c'est-à-dire lorsque la réponse $R^{\blacktriangledown}$ est apportée. Cependant, cette réponse se construit au fil du temps. De manière plus générale, la confrontation avec n'importe quel média comme le cahier, l'Internet, permettent aussi de s'interroger ou de se réinterroger. Elle relance l'étude en amenant de nouvelles questions. Ainsi le milieu est composé selon Yves Chevallard *d'œuvres du premier type* : « notion, un mot ou une phrase, un symbole écrit comme √, une théorie, une réponse à une question, un processus, un outil, une machine, un spectacle, un livre, un poème, une symphonie, un bouton, un lacet, un

bâtiment, un escalier en colimaçon, un atome de cobalt, etc. » (Chevallard, 2018, p. 21) ou bien *d'œuvres du second type*, c'est-à-dire qui se présentent sous la forme de questions qu'il décrit en contraste en ces termes avec les œuvres du premier type :

> A work *o* can be a notion, a word or phrase, a written symbol like √, a theory, an answer to a question, a process, a tool, a machine, a show, a book, a poem, a symphony, a button, a shoelace, a building, a spiral staircase, an atom of cobalt, etc. All these objects are *works of the first kind*. They contrast with the works *of the second kind*, which are nothing else than *questions.* (Ibid., p. 21)

L'élève, disposant de ce milieu d'étude, met en œuvre des techniques d'étude. Ces techniques, propres à l'élève, n'en sont pas moins le reflet de ses nombreux assujettissements. L'échelle de codétermination didactique nous indique toutes les contraintes qui pèsent à chaque niveau. Les techniques d'étude sont influencées par des facteurs sociaux, au niveau -2 ; celui de la société.

Les élèves de REP, par exemple, ont moins recours que les autres à des pratiques de lecture. En effet, ils possèdent majoritairement une représentation de l'écrit et de la lecture comme étant une pratique liée à l'école, plutôt qu'à un outil de communication. On peut encore citer les établissements de centre-ville comportant en plus grande proportion des populations favorisées, qui ont davantage accès aux cours particuliers, même si ceux-ci sont marginaux dans notre étude, ou encore qui complètent davantage leurs cours par des ouvrages parascolaires. Ces techniques d'étude dépendent aussi du niveau pédagogique, niveau 0. Les élèves ayant suivi un enseignement avec des AER ont un rapport à l'étude des mathématiques qui apparaît différent. Ils accordent plus d'importance aux justifications, c'est-à-dire au bloc technologico-théorique lorsqu'ils vérifient leurs devoirs à la maison.

Lorsque les élèves convoquent un média, ils construisent à partir de certaines techniques d'étude, un milieu qui contient des œuvres et des questions. Cependant dans notre étude statistique, on ne voit guère apparaître ces questions. Une des raisons tient au fait que le questionnaire est relativement générique, bien qu'il se place au niveau de la discipline « mathématiques » (niveau 1), en dehors de toute organisation mathématique particulière. De plus, dans notre enquête quantitative, il n'est pas possible d'observer la fonction de chacune de ses œuvres, et la manière selon laquelle elles sont intégrées au milieu. Aussi dans la suite de notre travail, nous inscrivons notre étude au niveau d'un secteur (niveau 3), et nous considérons l'objet *O* comme étant défini par le chapitre relatif aux « aires et périmètres » en 6^e et 5^e. Nous questionnons l'intégration des œuvres dans le milieu des élèves afin de compléter et d'affiner l'observation et l'analyse des techniques déjà mises en exergue lors de l'approche quantitative.

5.2.2 Noyau cognitif

La finalité de la construction d'un milieu d'étude est, bien évidemment, l'acquisition de connaissances de l'élève sur l'objet *O* « aires et périmètres ». Le couple formé de l'élève et de l'objet à étudier est *la base cognitive*. Notons qu'elle est définie par Yves Chevallard

(2018) de manière plus générale par $\bar{n} = (\hat{\imath}, O)$ où $\hat{\imath}$ est une instance et O un objet. Dans notre cas, $\hat{\imath}$ est un élève. Il peut avoir une connaissance, c'est-à-dire un rapport à O, jugé de nature variable du point de vue d'une instance évaluatrice. Pour pouvoir définir ce rapport, Yves Chevallard souligne que deux éléments sont indispensables. Tout d'abord, l'existence d'un rapport institutionnel $R_I(p, O)$ à l'objet O dans la position p qui constitue la référence dans l'institution, autrement dit la norme institutionnellement attendue et attachée à la position p. En empruntant les notations de 2019 d'Yves Chevallard, on écrit $\hat{s} = (I, p)$ pour désigner une certaine position institutionnelle. Dans le cas qui nous occupe, le rapport institutionnel à l'objet « aires et périmètres » est *grosso modo* fixé par les programmes de mathématiques paru dans un des bulletins officiels de 2016. Il existe ensuite une instance $\hat{v}$ qui juge de la maîtrise dans notre cas, de l'objet O par l'élève $\hat{\imath}$; c'est-à-dire qui se prononce sur la conformité du rapport de $\hat{\imath}$ à O, par référence au rapport institutionnellement attendu pour la position p occupée par $\hat{\imath}$. Les notations sont les suivantes :

-$\hat{v}$ juge une conformité de $\hat{\imath}$ à l'objet o à l'instant t : $\hat{v} \vdash R(\hat{\imath}, o) \cong_t R_I(p, o)$

-$\hat{v}$ juge une non-conformité de $\hat{\imath}$ à l'objet o à l'instant t : $\hat{v} \vdash R(x, o) \ncong_t R_I(p, o)$.

C'est ce qu'indique Yves Chevallard :

> We start from what we'll call a *cognitive base*, i.e., the ordered pair $n = (\hat{\imath}, o)$ of an instance $\hat{\imath}$ and an object o. How can the "quality" of $R(\hat{\imath}, o)$—i.e., how "good" or "bad" it is—be assessed? We must first assume that the relation to o of some institutional instance $\hat{s} = (I, p)$, i.e., $R(\hat{s}, o) = RI(p, o)$, is regarded (more or less explicitly) as the "right", *standard* relation to o, to which $R(\hat{\imath}, o)$ must be compared. We then assume an *evaluating instance* , capable of making judgments about the quality of relations $R(\hat{\imath}, o)$, for at least some objects o and some instances $\hat{\imath}$. (Chevallard, 2019a, p. 91)

L'élève $\hat{\imath}$ qui étudie chez lui l'objet « aires et périmètres » poursuit sans doute, contractuellement, l'objectif de faire tendre son rapport personnel vers le rapport institutionnellement attendu. La question suivante émerge alors : qui accrédite le fait que son rapport à O s'est accru ?

Tout d'abord le professeur qui à travers les informations qu'il prend, notamment à partir de la copie de l'élève, évalue son rapport personnel. $\hat{v}$ peut donc être le professeur, mais on peut aussi avoir $\hat{v} = \hat{r}$ où $\hat{r}$ désigne le chercheur qui juge du degré de conformité du rapport de l'élève avec l'objet considéré, lors des entretiens qu'il fait passer. Cependant, l'élève $\hat{\imath}$ avant d'être jugé par son professeur tente légitimement d'évaluer son propre rapport personnel lors de ses révisions dans le cas d'un contrôle, puisque le travail qu'il met en œuvre est censé lui permettre de progresser. L'instance évaluatrice $\hat{v}$ peut ainsi être :

- l'élève lui-même, en situation d'étude autonome.
- les aides à l'étude demandées par l'élève : un parent, un surveillant en permanence, et dans ce cas, l'aide à l'étude peut aussi devenir instance évaluatrice : $\hat{v} = y$.

- l'élève a pu aussi convoquer un média, par exemple l'Internet où il s'adonne à des exercices interactifs. Dans cette situation, l'ordinateur corrige ses erreurs et devient instance évaluatrice. On a alors $\hat{v} = ordinateur$, ou plutôt $\hat{v}$ apparaît comme une machine alors qu'en fait c'est le concepteur de l'exerciseur qui l'est à travers le logiciel qu'il a créé.

Le couple $(\hat{s}, \hat{v})$ est *l'index cognitif* noté $\underline{n}$. L'assemblage de la base cognitive et de l'index cognitif définit alors le noyau cognitif. On a $\tilde{n} = \overline{n} \frown \underline{n}$. Ainsi $\tilde{n} = (\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$:
« The ordered pair $\underline{n} = (\hat{s}, \hat{v})$ is then called a cognitive frame of reference. The quadruple $\tilde{n} = \overline{n} \frown \underline{n} = (\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$ is a cognitive nucleus. » (Chevallard, 2019, p. 91)

Dans son intervention à Barcelone (juin-juillet 2019), Yves Chevallard précise que souvent cet index est oublié, dans le sens où il n'existerait qu'une position universelle et absolue notée $(*I, *p)$.

> The corresponding cognitive nucleus, $*\tilde{n}$, is written as the case may be, $(\hat{\imath}, o, *\hat{s}, *\hat{v})$, $(\hat{\imath}, o, *\hat{s}, *\hat{v})$, $(\hat{\imath}, o, *\hat{s}, *\hat{v})$, etc. The set of prevailing conditions is itself partially unknown to $\hat{w}$ and largely imagined by this instance, so that we should denote it by $*\hat{v}$. Cognitive nuclei are therefore frequently underdefined. This seemingly invasive phenomenon is at the root of a major tendency[...] (Chevallard, 2019, p. 99)

Dans l'approche par questionnaire, interrogeant les techniques d'étude de manière globale, il était impossible d'accéder aux noyaux cognitifs, et à l'intérieur de ceux-ci aux index cognitifs ; même plus encore, nous ne pouvions pas déterminer qui jouait le rôle de l'instance évaluatrice. On suppose que l'élève connaît l'objet O et qu'ainsi son rapport personnel à O n'est pas vide. O appartient donc à l'univers objectal de l'élève $\hat{\imath}$. Lors des entretiens, on cherche par conséquent à mettre en évidence des noyaux cognitifs et plus particulièrement, dans ces noyaux, l'index et l'instance évaluatrice. Nous accordons une attention toute particulière à cette dernière. En effet lorsque l'élève confronte une réponse $R^{\Diamond}$ à sa réponse, il doit juger de sa pertinence. De là en découlera quel type apprentissage ou son absence.

5.2.3 Situation possiblement didactique

Pour étudier, l'élève $\hat{\imath}$ s'il est en situation d'étude autonome, accomplit un geste δ ou un ensemble de gestes Δ pour construire et agir sur son milieu d'étude. Pour 95 % des élèves de notre panel, l'un des gestes δ consiste à la lecture de la leçon. Pour 30 % il s'agit de refaire tous les exercices de la classe. Pour 72 % des élèves de notre échantillon, δ s'apparente à refaire les exercices importants. Les très bons élèves en mathématiques essaient de trouver une méthode générale à partir des exercices. Le geste δ est défini dans ce cas par une inférence de classe de propriétés, de techniques et de technologies, à partir de séries d'exercices. Certains planifient leur travail de devoir-maison, c'est le cas pour 80 % d'entre eux. Pour 36 % de notre panel, ils sont aidés dans cette planification. Le geste δ est donc réalisé ici par une tierce personne, une aide à l'étude qu'on nomme $\hat{w}$.

L'instance[38] $\widehat{w}$, dans ce cas aide à planifier. L'aide $\widehat{w}$ peut accomplir d'autres gestes. Il peut s'agir de faire réciter ou encore de poser des questions sur la leçon, d'inventer des exercices, tout cela en vue d'accroître le degré de conformité du rapport de $\hat{\imath}$ au rapport attendu. Mais si ce geste a une visée d'apprentissage pour $\widehat{w}$, la convergence vers la conformité institutionnelle n'est pas toujours au rendez-vous, ni même l'apprentissage proprement dit.

C'est la raison pour laquelle, en complément de la notion de noyau cognitif, Yves Chevallard introduit la notion de situation possiblement didactique. Il s'agit d'un quadruplet ς = ($\tilde{n}$, $\widehat{w}$, δ, C) où $\tilde{n}$ désigne un noyau cognitif, $\widehat{w}$ est l'ombilic, C sont les conditions de la situation, et δ le geste accompli par $\widehat{w}$, dans l'objectif de faire apprendre quelque chose à l'élève $\hat{\imath}$. Depuis un point de vue anthropologique, le rapport personnel de $\hat{\imath}$ à l'objet O se construit nécessairement en référence à de multiples assujettissements portés par les conditions C. Le geste ou les gestes (dans ce cas, notés Δ) réalisés par l'instance $\widehat{w}$, ne permettent pas nécessairement à l'instance $\hat{\imath}$ du noyau cognitif d'être en position d'apprentissage, c'est-à-dire de modifier son rapport à O. Ce geste « qui dérange », peut venir « brouiller » l'établissement du rapport. Ainsi la situation n'est-elle pas à coup sûr didactique mais simplement « possiblement didactique » dans le sens où existe un potentiel d'apprentissage. La situation peut être neutre et n'amener aucun apprentissage. Pire, elle peut être contre-productive ! Yves Chevallard introduit la notation $\diagup$ qui symbolise le dérangement. Les conditions deviennent donc de nouvelles conditions dérangées par le geste δ : $C\diagup\delta$.

> The gesture δ changes the prevailing conditions, in particular if it modifies $R(\hat{\imath}, o)$. Let us denote by C' the new set of conditions after δ has taken place. We call C' a derangement of and write $C' = C\diagup\delta$ (which can be read " C deranged by δ"), where the symbol used ($\diagup$) is the "caret insertion point"—a symbol familiar to any copyeditor or proofreader. (Chevallard, 2019a, p. 99)

Ainsi selon Yves Chevallard, lorsque l'ensemble des gestes ont été effectués, la situation peut-être, selon l'avis de l'instance $\widehat{w}$:

- $\widehat{w}$-didactique si le degré de conformité de l'élève se rapproche du rapport institutionnel ; il y a eu apprentissage.
- $\widehat{w}$-antididactique si le degré de conformité est inférieur ; il y a eu régression de l'apprentissage.
- $\widehat{w}$-isodidactique si le degré de conformité est inchangé. Autrement dit, l'élève n'a ni régressé, ni progressé dans son apprentissage.

Le jugement de la mise en conformité ou non du rapport de l'élève après que le geste a été effectué est porté par une instance $\widehat{w}$ qui évalue la situation. La situation est donc à ce titre *$\widehat{w}$-didactique*, *$\widehat{w}$-antididactique, $\widehat{w}$-isodidactique.*

[38] L'instance $\widehat{w}$, l'ombilic de la situation, représente le plus souvent le professeur. Dans le cas de l'étude personnelle à la maison, le professeur n'est pas présent. Ainsi peut-il s'agir de l'élève, qui s'enseigne à lui-même ou d'une aide à l'étude (parent, frère, ami) qui occupe dans la micro-institution formée de l'élève et de cette tierce personne, la position du professeur.

> If $\hat{w}$ conjectures that will consider it further away from $\bar{R}$= $R_I(p, o)$ than was the case of R, i.e., that $\hat{w}\vdash \varphi(R, \bar{R}) > \varphi(\mathrm{R}', \bar{R})$, we say that the gesture δ is *antididactic from the point of view of* $\hat{w}$ (or $\hat{w}$-*antididactic*) *with respect to* $\tilde{n}$ *and* C . The gesture δ is said to be *isodidactic from the point of view of* $\hat{w}$ (or $\hat{w}$-*isodidactic*) with respect to $\tilde{n}$ and C if $\hat{w}$ conjectures that will find R and R' almost equally compliant with $\bar{R}$, i.e., that $\hat{w}\vdash\varphi(R, \bar{R}) \approx \varphi(\mathrm{R}', \bar{R})$. (Chevallard, 2019a, p. 95).

Pour étudier, il faut donc que l'élève parvienne à créer pour lui-même une situation possiblement didactique ou à ce que quelqu'un, une aide à l'étude, crée pour l'élève une situation possiblement didactique. Elle n'est que possiblement didactique et non nécessairement didactique, puisqu'il se peut que le geste produit et qui dérange ne facilite pas un apprentissage. Ce sont donc ces gestes qu'accomplissent les élèves ou les aides à l'étude pour travailler, que nous souhaitons mettre au jour, en observant et analysant pour cela sur les situations possiblement didactiques $\varsigma = (\tilde{n}, \hat{u}, \delta, C)$ vécues par l'élève au cours de son travail personnel. A partir des discours que tiennent les élèves, on constitue les traces en indices par référence au cadre théorique. Pour arriver à cela, nous devons examiner les noyaux cognitifs et plus particulièrement, dans ces noyaux, la partie souvent oubliée, l'index cognitif. Il s'agit de prendre des indices « au chevet des élèves » : quels sont les types de situations possiblement didactiques que se créent les élèves ou qu'une aide à l'étude crée pour eux, dans l'étude personnelle ?

5.3. Deux observations

Parmi les observations réalisées, nous avons choisi d'en détailler deux, qui nous paraissent prototypiques des élèves faibles : celle de Filip, élève de cinquième et celle de Louise élève de première. Bien que Louise ne soit pas collégienne, notre objectif est de mettre en exergue un style d'étude des mathématiques que l'on retrouvera plus tard chez les collégiens parce qu'il relève d'un certain degré de généralité. Notons que les observations sont peu nombreuses et qu'elles sont chaque fois soumises à des difficultés certaines. Les élèves en salle de permanence d'un établissement scolaire ne travaillent pas nécessairement les mathématiques ; aussi est-il difficile de pouvoir observer, sans un dispositif particulier, un élève qui révise les mathématiques pendant une heure d'étude.

5.3.1 Le cas de Filip

Filip est un élève de cinquième, considéré comme faible par ses professeurs. L'observation est issue d'une séance d'aide aux devoirs à laquelle Filip est inscrit. Il s'y rend tous les lundis de 16 heures à 17 heures. Nous commençons par décrire les conditions de l'observation. Filip a été proposé par son professeur principal pour participer au dispositif d'aides aux devoirs mis en place dans le collège. Ses parents ont donc été convoqués par la conseillère principale d'éducation qui leur a présenté le dispositif. Les parents de Filip, d'origine étrangère, ont tout de suite accepté et ont vu ce suivi comme bienvenu. Thierry est l'intervenant qui encadre l'aide aux devoirs. Il a mis en place un cahier de suivi. Il a de plus sollicité l'administration, pour l'installation d'un tableau blanc interactif, afin que les élèves puissent réciter leurs leçons et pour un accès à l'Internet afin qu'ils puissent, si besoin, rechercher des informations. Dans le dispositif

d'aide aux devoirs qu'il a mis en place, Thierry a intégré une dimension collective de l'étude : les élèves peuvent se regrouper et s'entraider. Il a aussi promu l'usage de médias dans l'étude : Internet et livres. Huit élèves sont inscrits : quatre élèves de 4e et quatre élèves de 5e. Un deuxième élève de la même classe que Filip est présent. L'aide aux devoirs concerne toutes les matières. Pour Filip, il s'agit d'une séance de révision avant le contrôle de mathématiques qui a lieu le lendemain. Filip n'a pas commencé ses révisions. Je suis assise sur une chaise à côté de lui tout au long de la séance ; ceci me permet de l'observer et de lui poser des questions, si besoin.

Poursuivons par la description de l'observation**.** En début d'heure, Filip sort son cahier de suivi sur lequel il a inscrit la date et le travail qu'il souhaite réaliser : réviser le contrôle de mathématiques. Thierry passe dans les rangs pour prendre connaissance du travail choisi par les élèves. Il signe le cahier de suivi et les élèves se mettent au travail. Un groupe de deux filles va au tableau ; elles se font réciter l'une l'autre une leçon d'anglais. Deux autres élèves issus d'une même classe révisent l'histoire.

Filip quant à lui, ouvre son agenda. Il sait qu'il y a un contrôle de mathématiques à réviser. Sur son cahier de texte, il n'a pas inscrit sur quoi portait le devoir. Il va donc sur l'Internet s'informer à partir du cahier de texte électronique qui s'y trouve et recherche sur quoi portera le futur devoir surveillé. Il se connecte donc sur son « compte élève » et y trouve le numéro du chapitre à réviser. Au bout de dix minutes, Filip a enfin trouvé la leçon correspondante, intitulée « médiatrices et cercle circonscrit ». Il prend ses affaires et s'isole au fond de la pièce en se tournant vers le mur, un peu comme s'il était « puni ». Il ouvre son cahier de leçon. Son premier geste est de compter le nombre de pages. Il s'exclame à voix haute : « Oh deux ! Oh ça va ! Pas trop long ! Que deux pages ! ». La leçon est en effet constituée d'un recto et d'un verso[39]. Elle contient la définition de la médiatrice, la propriété d'équidistance (propriété et réciproque), et la propriété de concours des médiatrices. Chaque propriété écrite en rouge est accompagnée d'une figure (Annexe14).

Je lui demande comment il compte s'y prendre pour réviser. Il m'explique qu'il va apprendre page par page et réciter chaque page l'une après l'autre. On peut voir Filip lire son cahier puis regarder fixement le mur. Comment apprend-il ? Il lit plusieurs fois les phrases en rouge, puis fixe un point au mur. Lorsqu'il fixe ce point, il récite les phrases. On voit ses lèvres bouger et on l'entend murmurer. Il apprend une suite de mots. Lorsque je lui demande ce qu'il fait, il m'explique qu'il apprend les « écritures en rouge » qu'il considère être des « phrases importantes ». Et les figures, qu'en fais-tu ? (Je lui montre sur son cahier). « Ah ça ! C'est juste un dessin tu l'apprends pas » me répond-il. Il n'apprend donc que « les phrases écrites en rouge » qui correspondent à la définition de la médiatrice et aux trois propriétés. Il répète l'opération pour chaque propriété, l'une après l'autre, page après page. Il ne se soucie pas non plus du découpage de la leçon en grands titres. Il apprend une suite « d'écritures rouges ». Son objectif est de s'acquitter le plus vite

[39] La leçon « médiatrices et cercle circonscrit » de Filip est disponible en annexe 10.14.

possible de cet apprentissage. Son découpage est rationnel et matériel, page par page, il veut en finir rapidement avec cette tâche. Il passe ainsi 30 minutes à réciter seul face à son mur. Dix minutes avant la fin, il demande à Thierry qui s'exécute de lui faire réciter phrase par phrase, d'abord la première page puis l'autre. Filip réussit à réciter chaque phrase une par une, avec l'aide de quelques mots soufflés par Thierry. Pour lui, il est clair que s'il réussit à restituer les phrases, mot à mot, la part du contrat qui lui incombe est remplie. La semaine suivante, il explique à Thierry avoir paniqué lors du contrôle et ne plus s'être souvenu de ce qu'il avait appris. On peut donc conclure que pour Filip l'apprentissage consiste à réciter par cœur des phrases qui ne font pas sens pour lui. Aucun exercice n'est refait. Il a pourtant passé une heure à réviser.

Dans la suite, on procède à l'analyse du milieu d'étude de Filip et de ses conditions d'étude *C*. Le milieu d'étude de Filip est pauvre et très restreint. L'objet *O* considéré comme enjeu de l'étude est donc constitué des médiatrices du triangle. Le groupe d'élèves inscrit à l'aide aux devoirs constitue une institution *I* dont Thierry occupe la position du professeur. Filip occupe la position p_E, la position d'élève. En effet, il accomplit des gestes génériques qui sont inscrits dans le topos d'un élève : lire la leçon, la réciter. Filip se sert seulement de son cahier de leçon. Dans son milieu d'étude, on trouve quatre phrases, ou plutôt « quatre suites de mots » pour lesquels il ne rattache aucun élément d'une organisation mathématique. Les conditions de son étude sont à interroger : il révise les mathématiques la veille du contrôle. Il ne fait donc guère partie des élèves qui anticipent ou qui planifient une semaine avant la date du contrôle. Il ne sait pas, non plus, sur quoi porte le contrôle. Il vit les mathématiques au jour le jour, dans une sorte de brouillard. On remarque que Filip s'isole jusqu'à même tourner le dos aux autres élèves. Pour Filip l'apprentissage ne peut être qu'individuel, alors que d'autres élèves présents dans le dispositif d'aide aux devoirs préfèrent réviser ensemble.

J'apprends que ses parents ne peuvent l'aider : il est seul chez lui face à ces tâches d'apprentissage et de révision. L'apprentissage, considéré par Filip comme un acte individuel, est une tâche dont il tente de s'affranchir au plus vite. De son point de vue, les mathématiques s'apprennent mot par mot, puis phrase après phrase, puis page après page. Son rapport à l'étude des mathématiques s'appuie sur un apprentissage progressif via un découpage en groupes de mots, comme si la linéarité du temps didactique devait diffuser sur celui de l'apprentissage. Il apprend la leçon de mathématiques un peu comme une poésie à l'instar des premiers apprentissages à l'école primaire, où le maître donne d'abord une strophe à apprendre, puis deux puis le poème tout entier qu'il faudra réciter. En ce sens, son rapport à l'étude personnelle des mathématiques correspond à celui, fait de nombreux manques ou d'absence d'interrogations, véhiculé par la noosphère de l'enseignement, et qui diffuse dans la société et dans le corps enseignant. Les phrases qu'il apprend sont le support écrit de technologies dont il ne perçoit pas le rôle de justification des techniques : les technologies sont déconnectées du bloc pratico-technique car types de tâches et techniques sont absentes dans cette forme d'étude. Par ailleurs, on peut noter que dans la leçon apprise par Filip sur les médiatrices, aucun type de tâches, et *a fortiori*

aucune technique, ne sont mentionnés. Le cours est constitué de savoirs dont on ne sait à quoi ils servent ; il se situe dans *le paradigme de la visite des œuvres*.

On reconnaît dans cette description deux noyaux cognitifs ainsi que deux situations possiblement didactiques. Tout d'abord, la forme générale du quadruplet $(\hat{\imath}, O, \widehat{s}, \hat{v})$ devient dans ce cas $(Filip, \text{« } médiatrices \text{ »}, (I, p_E), Filip)$ et constitue un premier noyau cognitif $\tilde{n}_1$. La suite de gestes Δ_1 accomplis par Filip pour étudier, en tant que composante de $\tilde{n}_1$, peut se décliner chronologiquement ainsi :

- Il commence par mesurer l'ampleur de la tâche et s'étonne du peu à réviser.
- Il poursuit ensuite par une sélection des phrases écrites en rouge. Il omet les figures qu'il juge « accessoires » et n'entrent pas en tant qu'œuvres dans son noyau cognitif.
- Il décompose chaque phrase en groupes de mots et les répète à voix basse en murmurant, jusqu'à la répétition de ces groupes joints bout à bout.

On obtient par suite une situation possiblement didactique $\varsigma_1 = (\widetilde{n_1}, \widehat{w} = Filip, \Delta_1, C)$. Dans son équipement cognitif, les figures de géométrie et le rapport qu'il entretient à ces figures est de l'ordre du simple dessin illustratif. On perçoit à travers cette remarque un net déficit technologique de cet élève en géométrie : la figure n'a pas sa place dans une dialectique système-modèle qui référerait, par exemple, au théorème sur le centre du cercle circonscrit au triangle. Au sein du noyau cognitif, Filip occupe la composante dévolue à l'instance évaluatrice : il évalue son rapport personnel à l'étude de ce chapitre à l'aune de sa capacité à restituer « par cœur » la suite de mots contenus dans la définition de la médiatrice et des trois propriétés. Est absente une éventuelle évaluation de son rapport personnel à la réalisation d'un type de tâches caractéristique du chapitre et sur lequel il est possible que porte contractuellement le devoir surveillé – déterminer un point équidistant de trois autres, retrouver le centre d'un cercle, etc. –, puisqu'aucune tâche n'est réalisée, aucun exercice n'est fait ou refait.

Enfin, il existe un deuxième noyau cognitif $\tilde{n}_2$, composé du quadruplet $\tilde{n}_2 = (Filip, \text{« } médiatrices \text{ »}, (I, p_E), Thierry)$. Dans ce deuxième noyau, l'instance évaluatrice n'est autre que Thierry, qui occupe la position de professeur. En effet, lorsqu'il le fait réciter, Thierry cherche à évaluer le rapport personnel de Filip à l'objet « médiatrice ». En réalité de la même façon que Filip, il n'évalue que le rapport personnel à la restitution d'une suite de mots. Les technologies et le bloc pratico-technique sont une fois de plus, déconnectés. On peut dans ce cas encore décliner chronologiquement la suite de gestes Δ_2 accomplis par Thierry occupant la position $\widehat{w}$:

- Thierry écoute Filip qui récite chacune des phrases.
- Il l'aide en soufflant le début des mots lorsque Filip ne se souvient plus, créant ainsi un effet Topaze. Il négocie à la baisse les conditions dans lesquelles Filip finit par donner la réponse attendue. Il prend à sa charge l'essentiel du travail, en débutant les phrases.

Thierry, occupant la position de l'instance $\hat{w}$ qui aide Filip à apprendre, est ici l'ombilic de la situation. Le quadruplet $ç_2 = (\widetilde{n_1}, \hat{w} = Thierry, \Delta_2, C)$ modélise une deuxième situation possiblement didactique, que l'on jugera comme étant $\hat{r}$-isodidactique ; $\hat{r}$ étant le chercheur. Elle est $\hat{r}$-isodidactique puisque lors de la séance observée, $\hat{r}$ juge que Filip n'a pas changé son rapport personnel à l'objet « médiatrices ». Filip invoque le stress pour justifier de ce qu'il a lui-même évalué comme étant son incapacité à répondre aux tâches du contrôle. Nous étudions dans le paragraphe suivant un deuxième cas d'élève, celui de Louise.

5.3.2 Le cas de Louise

Louise est une élève de lycée en classe de 1re STMG (Sciences et technologies du management et de la gestion). L'entretien se déroule le 15 octobre 2017. Son enseignante de mathématiques durant l'année de 1re est Madame P et son professeur de mathématiques durant l'année de 2de était Monsieur L (Annexe 15).

Dans la classe de 1re, le support utilisé est un cahier d'exercices dans lequel figurent des exercices et corrections d'exercices, et il est associé au manuel[40] Hachette Mathématiques, 1re STMG. Des feuilles simples grands carreaux servent à Louise de brouillon sur lesquelles elle recherche des exercices supplémentaires. La séance observée se déroule au domicile de Louise. Elle débute par un bref entretien puis se poursuit par la révision effective du contrôle à venir. Nous sommes attablées dans la cuisine. Elle a déjà préparé son manuel, son cahier qui est ouvert au niveau des exercices du chapitre, ses feuilles de brouillon, sa trousse et sa calculette posés sur la table. Voici un extrait de l'entretien. On désigne par E l'élève et C le chercheur.

> C : Est-ce que tu as ressenti une différence entre le collège et le lycée ?
> E : Oui, il y a une grande marche entre le collège et le lycée. Ma moyenne en collège était de 13 de moyenne générale alors qu'au lycée j'ai 7 de moyenne. Ça fait mal ! Ça fait un gros palier. On m'avait prévenu d'une perte de 3 points mais là ça fait 6 points. Alors au début je me suis accrochée mais les mauvaises notes au début c'est démoralisant.
> C : Est-ce que tu vois une différence entre le professeur de mathématiques de l'année dernière et celui de cette année ?
> E : Monsieur L faisait beaucoup plus de cours. Quand on était perdu on ne comprenait pas. Avec Madame P. il n'y a pas de leçon, c'est plus pratique, on fait que des exos. On regarde la leçon du livre. La prof a mis en place un système de points bonus sur le contrôle à venir. Quand les exercices sont justes, on a plus +1 ou +2. C'est plus compréhensible.
> C : Ton prochain contrôle, il est prévu quand ? Et sur quoi ?
> E : On a déjà fait les pourcentages, la proportionnalité, le P de A union B. Le delta, les formules alpha et bêta. Le contrôle prochain, il est uniquement sur les pourcentages et les probabilités. Je retiens pas la formule. ***blanc***… C'est un contrôle en début de semaine.
> C : Comment fais-tu pour réviser ?
> E : Pour réviser je fais des exos, je reprends ceux qui ont été faits, plus d'autres du livre. Je prends mon livre, je regarde le lexique.
> C : Tu peux me montrer ?
> **Elle prend son livre et l'ouvre à la page 4, c'est-à-dire au niveau du sommaire.**

[40] Mathématiques première STMG, Misset & Belarbi, Hachette Education, éd. 2012

E : Je cherche « pourcentages ». Pourquoi on ne commence pas toujours par le chapitre un ?
Elle ouvre son livre à la page 20, du chapitre concernant les pourcentages. Elle feuillette les pages jusqu'aux exercices page 25, qui concernent ce chapitre.
E : Celui-là, je l'ai pas fait. Le numéro 35 page 25.

Pour permettre la compréhension de ce que fait alors Louise, nous avons recopié ci-dessous l'énoncé.

> Dans un club sportif on dénombre 66 adhérents de 20 ans ou plus. 94 adhérents ont moins de 20 ans. Calculer la proportion d'adhérents de 20 ans ou plus, ainsi que la proportion d'adhérents de moins de 20 ans. Exprimer ces proportions en pourcentage.

Elle lit l'énoncé « dans sa tête » puis elle écrit au brouillon :
94 - 20 ans 66 + 20 ans
E : J'arrive bien la technique du diagramme de Venn.
Elle écrit : $\frac{66}{160} = \frac{33}{80}$
Elle prend sa calculette et tape $\frac{33}{80} =$ **.**
Elle écrit 0,4125 sur ses feuilles de brouillon puis écrit :
proportion de plus de 20 ans = 0,4125 = 41,25%
proportion de moins de 20 ans=
Elle tape sur sa calculette 100 – 41,25 = et elle complète sur sa feuille :
proportion de moins de 20 ans=58,75% ».

Louise a un rapport à l'étude qui s'appuie sur la résolution d'exercices. Elle sait qu'il faut pratiquer les mathématiques. Elle préfère d'ailleurs son enseignante de l'année de 1re plutôt que celui de l'année de 2de qui, selon elle, faisait trop de cours. Au sein de son noyau cognitif, elle occupe une place qui lui permet d'évaluer les séances de mathématiques de l'année dernière « moins compréhensibles ». Son professeur de 1re suit le découpage en chapitres du manuel, même si elle réorganise l'ordre de progression des chapitres. Il n'y a d'ailleurs pas de leçon écrite par le professeur. La classe a donc recours, si elle le souhaite, à la leçon du chapitre correspondant du manuel.

Lors de ses révisions, Louise prolonge l'étude réalisée en classe par des exercices supplémentaires. L'objet d'étude O consiste à calculer la proportion pour un sous-ensemble d'une collection, et à l'écrire sous la forme d'un pourcentage. Louise forme, à elle seule, une micro-institution I dans laquelle, occupant la position d'élève, elle est sa propre instance évaluatrice $\hat{v}$. Un noyau cognitif $(\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$ est formé de $(Louise, O, (I, p_E), Louise)$. Les gestes Δ_1 qu'elle accomplit pour étudier en tant que $\hat{w}$ peuvent se laisser décrire de la manière suivante :

- δ_1 : Elle repère, grâce au sommaire, les exercices qui correspondent au chapitre à réviser : pages 25 à 35.
- δ_2 : Elle restreint la série d'exercices à ceux qu'elle n'a pas faits en classe, répertoriés dans la rubrique intitulée « pour s'entrainer ». Notons qu'existent une rubrique « Exercices » et une rubrique « Exercices pour approfondir » qu'elle ne regardera pas.
- δ_3 : Elle choisit un exercice : le numéro 35 page 25.

Les gestes qui suivent, δ_4 , δ_5 , δ_6, consistent à résoudre l'exercice.

- δ_4 : Elle lit l'énoncé de l'exercice et écrit les données du problème.
« 94 - 20 ans 66 + 20 ans »
– δ_5 : Elle trouve la proportion 0,4125 en s'aidant de sa calculette.
– δ_6 : Elle conclut en transformant 0,4125 en 41,25 % et trouve la deuxième proportion.

Pour ce premier exercice, Louise ne fait appel qu'à son propre équipement praxéologique. Le type de tâches « calculer une proportion d'un sous-ensemble connaissant le cardinal de l'ensemble » et la technique de division du cardinal du sous-ensemble par le nombre d'éléments de l'ensemble, appartiennent à l'univers praxéologique de Louise. Le quadruplet $\varsigma_1 = (\tilde{n}, \widehat{w}, \Delta_1, C)$ constitue une situation possiblement didactique. Elle poursuit ses révisions par l'exercice numéro 48 page 27 qu'elle choisit parmi ceux qu'elle n'a pas réalisés en classe.

Voici son énoncé :

1. Dans une entreprise A, 20% des salariés sont des cadres, 60% sont des femmes et 10% des salariés sont des femmes cadres. Calculer la part des femmes ou des cadres dans l'entreprise A.
2. Dans une autre entreprise B, 40% des salariés sont des cadres, 50% sont des femmes et 35% des salariés sont des femmes non-cadres. Calculer la part des hommes ou des cadres dans l'entreprise B (on peut faire un tableau).

Elle lit l'énoncé de l'exercice et reste un moment perplexe. Elle reprend, quelques pages plus avant, la formule suivante écrite dans son cahier : « $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ ». Elle reste bloquée et n'arrive pas l'appliquer. Elle tourne les pages et relit alors un exercice réalisé en classe. Il s'agit de la première rencontre avec la formule précédemment citée.

Voici l'exercice relu :

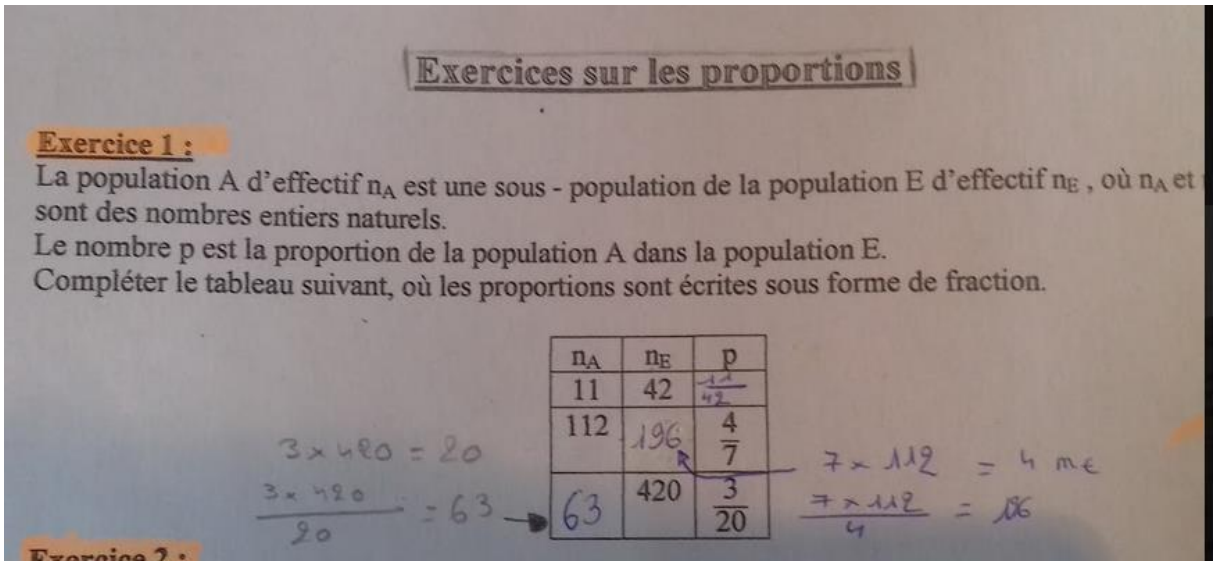
En première, des élèves pratiquent au moins une discipline artistique. Parmi ces « artistes », 20% étudient la basse, 50% les arts plastiques et 60% pratiquent l'un ou l'autre. Calculer la proportion d'élèves pratiquant les deux.

La solution est ainsi écrite sur son cahier :

A: *j'étudie la basse*. $p(A) = 0{,}20$
B: *j'étudie les arts plastiques*. $p(B) = 0{,}50$
$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ A retenir.
$0{,}60 = 0{,}20 + 0{,}50 - P(A \cap B)$
$0{,}60 = 0{,}70 - P(A \cap B)$
$P(A \cap B) = 0{,}70 - 0{,}60 = 0{,}10$
10% des élèves pratiquent la basse et les arts plastiques.

Après avoir relu cet exercice, elle écrit : $\boldsymbol{0,10 = 0,60 + 0,20 - P(A \cap B)}$.[41]

Elle interprète le pourcentage de 10 % des « femmes cadres » comme représenté par $\boldsymbol{P(A \cup B)}$ au lieu de $\boldsymbol{P(A \cap B)}$. Elle écrit alors 0,10 = 0,80 – $\boldsymbol{P(A \cap B)}$. Elle s'arrête et demande : « Pourquoi, $\boldsymbol{P(A \cap B) = 0,70 - 0,60 = 0,10}$? » Elle ne comprend pas le passage de la ligne 5 à la ligne 6. Elle passe alors à la question 2 et lit l'énoncé. Elle s'exclame : « Les tableaux j'aime pas ! Ça sort d'où ? Il faut enchaîner avec le 1 ? J'ai pas réussi le 1 ! Le problème c'est que je ne sais pas s'il faut faire la formule ou un tableau ! » De nouveau, elle feuillette son cahier d'exercices et relit un exercice fait en classe dans lequel se trouve un tableau.



Exercices sur les proportions

Exercice 1 :

La population A d'effectif n_A est une sous - population de la population E d'effectif n_E , où n_A et sont des nombres entiers naturels.
Le nombre p est la proportion de la population A dans la population E.
Compléter le tableau suivant, où les proportions sont écrites sous forme de fraction.

n_A	n_E	p
11	42	$\frac{11}{42}$
112	196	$\frac{4}{7}$
63	420	$\frac{3}{20}$

3 × 420 = 20
3 × 420 / 20 = 63
7 × 112 = 4 me
7 × 112 / 4 = 196

Exercice 2 :

Elle écrit sur ses feuilles de brouillon :

n_A	n_E	p
40	50	35%

Elle reste bloquée. Elle s'exclame en parlant du rayon lumineux traversant la porte-fenêtre de la cuisine. : « Oh, c'est beau cette lumière avec le soleil ! Je vais boire un coup ! »… et elle abandonne la résolution de l'exercice.

Le premier exercice ne lui pose pas de problème. Il s'agit de calculs de proportions et de leurs écritures sous la forme de pourcentages ; le rapport à ce type de tâches est stabilisé chez Louise. Pour les deux questions du deuxième exercice, qui concernent la réunion et l'intersection de sous-populations, elle se trouve en échec, ne maîtrisant pas la technique de résolution du type de tâches, puis finit par abandonner.

Le type de tâches associé à chacune des deux questions de l'exercice reste problématique pour Louise. Elle a pourtant identifié la nécessité du recours à la relation

[41] On peut remarquer que l'écriture de cette relation, notamment avec l'usage de la lettre *P*, est usuellement réservée à un calcul de probabilité. La lettre *P* désigne-t-elle ici un pourcentage ou bien le professeur a-t-il souhaité anticiper sur le cours de probabilité à venir en recourant par avance à cette écriture ?

$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ en tant qu'élément technologique du chapitre et de l'exercice, permettant d'initier la technique de résolution des tâches demandées. Cependant elle n'est pas parvenue à associer $P(A \cap B)$ à la proportion d'une intersection, c'est-à-dire aux femmes cadres, ni $P(A \cup B)$ à la proportion d'une réunion d'ensembles, soit aux femmes ou aux cadres.

La confrontation à ces deux éléments du milieu, qu'elle a pourtant identifiés, la conduit à l'échec et à la rencontre avec son ignorance. Elle recourt alors à un média pour chercher à s'aider de l'exercice résolu qui portait, en classe, un moment de première rencontre avec la probabilité de la réunion. En effet et comme on l'a vu, le professeur de la classe n'écrivant pas ce qu'on appelle d'ordinaire un cours, Louise a cependant identifié, et noté en marge et en rouge « à retenir », l'élément technologique $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$. Louise s'appuie donc sur l'exercice réalisé en classe pour tenter de résoudre celui qu'elle se donne en travail personnel hors classe. Les trois nombres de l'énoncé sont donc interprétés comme étant $P(A \cup B)$; $P(A)$; $P(B)$. Une difficulté supplémentaire apparaît : l'équation d'inconnue x du type $a = b - x$ est problématique pour Louise qui utilise une relation sans en avoir de contrôle technologique. Même si la technologie est commune aux deux exercices, les types de tâches entre l'exercice résolu en classe et celui qu'elle veut résoudre hors classe sont distincts : pour l'un il s'agit de calculer la proportion d'une intersection de sous-ensembles (l'exercice résolu en classe) et pour l'autre la proportion d'une réunion de sous-ensembles (l'exercice hors classe).

Le texte de la deuxième question de l'exercice hors classe, comporte l'indication « on peut faire un tableau ». Cet indice agit comme un appel à un média et une reprise d'étude d'un exercice de référence fait en classe, dans lequel se trouve précisément l'ostensif « tableau ». Cependant cet exercice n'appartient pas au même type de tâches. Il porte sur les calculs de proportions, sans recours à deux sous-populations A et B. De nouveau, Louise tente de « recopier » un certain cheminement technique qui la conduirait à l'aide d'un tableau vers la réponse, en y notant pour cela et dans l'ordre les nombres de l'énoncé. Dans ce cas encore, Louise n'analyse pas le type de tâches en jeu, parce que le texte du cahier d'exercices ne peut le lui permettre, et essaie de calquer sa réponse sur un exemple corrigé qu'elle souhaiterait peut-être voir comme une algorithmisation de la technique, ce qui lui permettrait de la conduire à coup sûr vers la réponse ; de nouveau elle se confronte à l'échec malgré la donnée d'un indice dans l'énoncé.

Il est possible d'identifier un noyau cognitif $\tilde{n} = (\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$ où $\hat{\imath} = Louise$ pour le deuxième exercice dans lequel elle se lance. Comme précédemment, $\hat{s} = (I, p_E)$; dans ce cas I est l'institution formée de Louise et d'éléments venus du système didactique principal – le cours de mathématiques qui a eu lieu, notamment les éléments d'organisation mathématique qui y ont été travaillés –, même s'ils ne sont présents qu'à partir du support de son cahier d'exercices ; Louise occupe la position d'élève. La situation possiblement didactique ainsi créée peut se noter : $\varsigma_2 = (\tilde{n}, \widehat{w}, \Delta_2, C)$ où, Louise étudiant toute seule, on a $\widehat{w} = Louise$ et Δ_2 la suite de gestes qu'elle effectue. Δ_2 peut se laisser décrire de la manière suivante :

– δ_1 : Louise met à sa disposition un exercice, le numéro 48 page 27.

La rencontre avec son ignorance l'incite à la recherche d'un média. Elle choisit de se tourner vers un exemple corrigé pour traiter les deux questions de l'exercice. Nous avions effectivement constaté, lors de l'étude statistique, que les élèves faibles vont plutôt rechercher des éléments du bloc pratico-technique, contrairement à leurs camarades bons élèves qui sont en quête d'éléments technologiques.

– δ_2 : Elle résout cet exercice sur une feuille de brouillon. Lorsqu'elle est en difficulté, elle fait appel au geste δ_3.

– δ_3 : Elle recherche un exercice corrigé provenant de la classe. Pour la première question, c'est l'élément technologique et l'écriture ostensive « $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ » qui amènent Louise à l'exemple corrigé. Pour la deuxième question, c'est l'indice contenu dans l'énoncé « on peut faire un tableau » qui la guide vers l'ostensif « tableau », puis qui la dirige vers l'exercice corrigé sur les proportions.

– δ_4 : Elle relit la solution de l'exercice corrigé pour « recopier » une technique vue en classe et l'appliquer à l'exercice qu'elle souhaite résoudre.

A aucun moment, Louise ne s'interroge sur les types de tâches auxquels appartiennent les exercices ou sur les éléments du bloc technologico-théorique justifiant la formule qu'elle essaie d'appliquer.

Il est intéressant d'examiner comment Louise choisit ces exercices. Celle-ci nous indique comment elle remplit son rôle d'évaluatrice $\hat{v}$ au cours de la technique qui est la sienne pour poursuivre l'étude débutée en classe : elle choisit et tente de résoudre des exercices parmi ceux non traités en classe. Ce choix est motivé par la volonté de se confronter à des problèmes inédits et d'évaluer son rapport personnel à l'objet d'étude. Elle se donne une nouvelle chance de rencontrer des praxéologies mathématiques. Cependant elle occulte le rôle du bloc technologico-théorique, en essayant d'appliquer et de copier des techniques. Mais que vaut la recherche de techniques lorsque les types de tâches ne sont pas identifiés ? Or, pour son malheur, Louise n'identifie pas les types de tâches parmi les exercices qu'elle se donne lors de ses révisions parce que, comme pour beaucoup d'élèves, celles-ci ne sont pas explicitement identifiées comme telles au cours de l'enseignement dispensé par les professeurs.

5.3.3 Conclusion

Filip, sujet de la première observation et qui est un élève faible, relit sa leçon. Les résultats statistiques établis dans les chapitres précédents indiquent que 95 % des élèves s'engagent dans ce geste : plus précisément, 96 % des très bons élèves et 93 % des faibles. Il s'agit d'un geste générique très répandu pour « réviser son cours ». Pourtant, l'efficacité de ce geste est différente selon les catégories d'élèves « bons » et « faibles » : cette relecture n'est donc pas tout à fait de même nature pour ces deux catégories. On observe chez Filip une déconnexion profonde entre la leçon qui ne contient que des technologies sans raisons d'être, sans motivation, pour la réalisation d'une tâche d'ailleurs absente, et

donc sans bloc pratico-technique, pour la réalisation des tâches demandées concernant l'objet « médiatrice ». Dans ce cas encore, la leçon ne contient pas l'exemplification de tâches et de techniques qui pourraient s'appuyer sur les éléments technologiques seuls présents dans ce texte écrit. Filip est guidé dans son travail personnel par son adhésion à une dimension du contrat didactique portant sur la responsabilité de l'élève dans l'apprentissage, adhésion qu'il a sans doute fait sienne de par sa fréquentation de l'école : apprendre au fur et à mesure, groupes de mots par groupes de mots, à partir de la lecture d'un texte écrit, ce qui minore l'engagement dans la pratique, pourtant nécessaire en mathématiques. Pour cette dimension du contrat, qui rejoint la vision sociale commune, l'apprentissage ne peut être qu'individuel : aussi Filip s'isole-t-il pour travailler, dos à ses camarades, et apprend-il par cœur une suite de mots qui ne font guère sens pour lui. L'engagement dans le bloc $[T/\tau]$ est tout autant absent pour lui que dans la leçon qu'il apprend.

Le cas de Louise est différent dans la mesure où on peut observer une sorte d'enfermement dans un bloc pratico-technique, sans accès aux technologies, ou plutôt sans la connexion entre la technologie et le bloc pratico-technique. Louise complète l'étude par son engagement dans des exercices supplémentaires trouvés dans son manuel. Mais elle ne parvient pas, elle non plus, à identifier des types de tâches à étudier même si elle sait qu'existent des techniques pour ce qui s'intitule « des exercices sur les proportions » ; désignation qui ne permet guère une identification précise puisque l'enseignement de la proportionnalité court sur l'ensemble de la scolarité depuis le Cours Moyen. Lorsqu'elle se retrouve en difficulté, la rencontre avec son ignorance agit comme nécessité pour aller rechercher des réponses dans des médias : dans ce cas précis, il s'agit d'exemples corrigés qui se trouvent dans son cahier d'exercices. Dans la question 2 par exemple, c'est l'ostensif « tableau » qui déclenche la nouvelle visite d'un exercice sur les proportions. Elle essaie de calquer sur l'exercice auquel elle se confronte des techniques reconnues à partir d'exercices déjà traités. N'identifiant pas les types de tâches et les techniques, elle apprend des exercices un comme une liste de « recettes ». L'absence de technologies venant éclairer les techniques mises en œuvre ne lui permet pas de comprendre comment utiliser la formule de la probabilité de la réunion de deux événements. Malgré son implication dans son travail d'étude, Louise ne parvient pas à obtenir les résultats escomptés.

Ces deux observations montrent des élèves enfermés soit dans le bloc technologico-théorique, soit dans le bloc pratico-technique, sans qu'ils puissent les mettre en interrelation. Le rôle des technologies fait défaut : elles ne jouent plus leur fonction de justification et de production de la technique. Dans le premier cas, types de tâches et techniques sont absents ; dans le deuxième cas, le bloc technologico-théorique qui est pourtant identifié, n'est pas utilisé à bon escient pour s'engager dans la technique adéquate. Le cloisonnement entre les deux blocs d'une organisation mathématique les mène à l'échec. Dans les praxéologies d'étude, on peut en conséquence conclure que chez Louise et Filip, trois types de tâches sont manquants :

- Associer à une technologie, un type de tâches et une technique
- Associer à une tâche un type de tâches
- Justifier et s'engager dans un bloc $[T/\tau]$ à partir d'un bloc technologico-théorique

Ces deux observations nous ont permis de compléter l'analyse quantitative portant sur les gestes d'étude d'élèves faibles, notamment en ce qui concerne les gestes de relecture de la leçon et d'engagement dans des exercices complémentaires. Par la suite, nous approfondissons sur un panel plus large et sous forme de séries d'entretiens, les résultats obtenus. Nous avons fait le choix de nous centrer sur deux niveaux de classe : le niveau sixième et cinquième.

5.4. Séries d'entretiens – L'organisation mathématique

L'étude porte sur des élèves de sixième et de cinquième dont l'étude quantitative a permis de mettre en évidence des particularités similaires dans leurs techniques d'étude. Nous les rappelons brièvement ici :

- Les élèves de sixième et de cinquième recourent fortement au cahier de leçon.
- Pour 23 % d'entre eux, le manuel constitue une ressource pour étudier.
- L'Internet est utilisé pour 44 % en sixième et pour 42 % en cinquième. Il est donc peu utilisé par rapport aux autres niveaux.
- Il existe une présence forte des parents en tant qu'aides à l'étude du travail personnel, surtout en sixième. Le professeur, même s'il est peu sollicité pour le travail personnel, constitue une aide à l'étude plus importante par rapport aux autres niveaux ; cela est d'autant plus le cas en classe de sixième.
- Les élèves ayant suivi un enseignement avec AER sollicitent moins leurs parents comme aide à l'étude.

Le travail personnel de l'élève est à considérer en relation avec l'organisation mathématique du professeur de la classe et le contrat qu'il a installé. Pour faire le lien entre d'une part les techniques d'étude et, d'autre part, les praxéologies mises en place en classe, nous commençons par étudier l'organisation mathématique des programmes.

5.4.1 Organisation mathématique des programmes sur les aires et périmètres

5.4.1. 1 Le bloc technologico-théorique

En mathématiques et en ce qui concerne la notion d'aire, deux modélisations différentes peuvent être envisagées : celle due à Hilbert, qui reprend et développe le travail d'Euclide, et celle due à Lebesgue sur la mesure.

Dans les classes où nous avons fait passer des entretiens, les professeurs ne s'appuient pas forcément sur une transposition didactique de ces deux modélisations de la notion

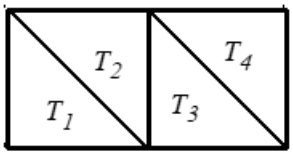
d'aire qui renverraient au « savoir savant », lorsqu'ils abordent le chapitre « aires et périmètres ». L'organisation mathématique qu'ils mettent en place dans la classe conditionne pourtant les techniques d'étude des élèves sur les notions d'aire et de périmètre. On reprend ci-dessous les éléments mis en lumière par André Pressiat dans le document d'accompagnement « Grandeurs et mesures » de 2007[42], qui font suite au cours qu'il a donné lors de la XIe Ecole d'été de didactique des mathématiques en 2001.

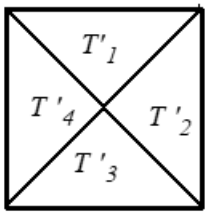
5. 4. 1. 1. 1. La modélisation due à Hilbert, ou modélisation des grandeurs sans mesure : Θ_H

Il s'agit d'une théorie des aires développée sans recourir à leurs mesures, où l'idée de découpage et recollement se trouve au cœur du point de vue développé. Il ne s'agit pas seulement d'une géométrie expérimentale. Hilbert reprend les éléments d'Euclide dans son ouvrage *Grundlagen der Géométrie*. Deux définitions y sont données : celles sur les figures équidécomposables et sur les figures de même aire, appelées figures « de même contenance ». Au fondement de cette modélisation, on trouve :

La technologie* θ_0** : *S* et *S'*sont deux surfaces. On emboîte ***S dans ***S'***. L'aire ne change pas par isométrie. Si ***S*** est incluse dans ***S',*** alors l'aire de ***S*** est inférieure à l'aire de ***S'***.

***Les figures équidécomposables* θ_1** : Deux figures *P* et *P'* sont dites équidécomposables s'il est possible d'écrire chacune d'elles sous la forme de réunions de triangles, n'empiétant pas l'un sur l'autre, telles que pour chaque *i*, les triangles T_i et T'_i soient congruents.
$P = T_1 \cup T_2 \cup \dots \cup T_n$ $P' = T'_1 \cup T'_2 \cup \dots \cup T'_n$. Par triangles congruents, on entend « triangles superposables à un retournement près ». Notons que les triangles congruents ne sont autres que les triangles égaux pour Euclide, ou encore, de nos jours, les triangles isométriques. Par exemple les deux figures suivantes sont équidécomposables :





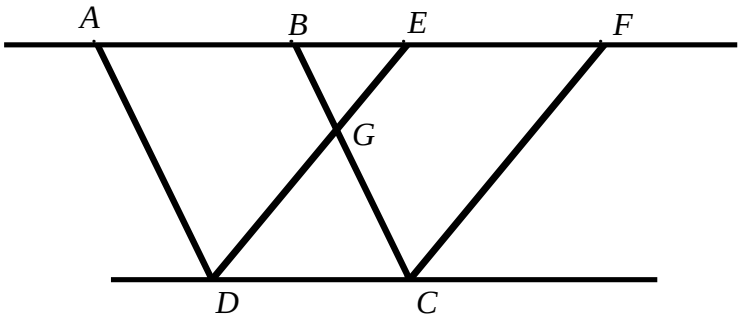
Cette définition a pour conséquence immédiate que ***deux figures équidécomposables ont la même aire.***

***Les figures équicomplémentaires* θ_2 :** Hilbert utilise le mot « inhaltsgleich » qui signifie « de superficie égale ». Il définit deux figures *P* et *P'* comme équicomplémentaires de la façon suivante. θ_2 *: P* et *P'* sont équicomplémentaires s'il existe des figures *Q* et *Q'* telles que :

[42] Disponible à l'adresse : https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2011-09/doc_acc_clg_grandeurs_109169.pdf

- P et Q n'empiètent pas l'une sur l'autre.
- P' et Q' n'empiètent pas l'une sur l'autre.
- Q et Q' sont équidécomposables.
- $P \cup Q$ et $P' \cup Q'$ sont équidécomposables.

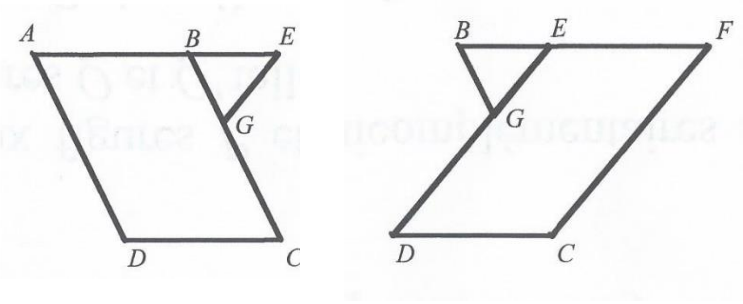
Ainsi deux parallélogrammes construits sur la même base et ayant la même hauteur sont équicomplémentaires ; ils ont donc la même aire.



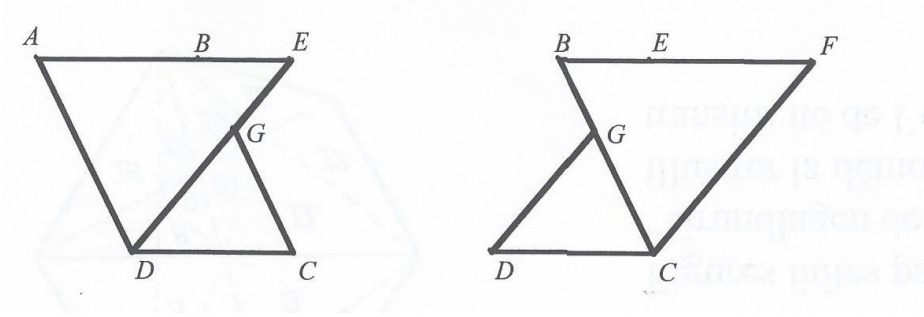
Dans ce cas : P = parallélogramme $ABCD$ et P' = parallélogramme $CDEF$. On prend $Q = Q'$ = triangle BEG. En effet :

- Le parallélogramme $ABCD$ et le triangle BEG n'empiètent pas l'un sur l'autre.
- Le parallélogramme $CDEF$ et le triangle BEG n'empiètent pas l'un sur l'autre.
- De manière évidente, Q et Q' qui sont égaux donc équidécomposables.

Démontrons que $P \cup Q$ et $P' \cup Q'$ sont équidécomposables.



Les figures ci-dessus sont bien équidécomposables, si on forme les deux triangles comme ci-dessous :



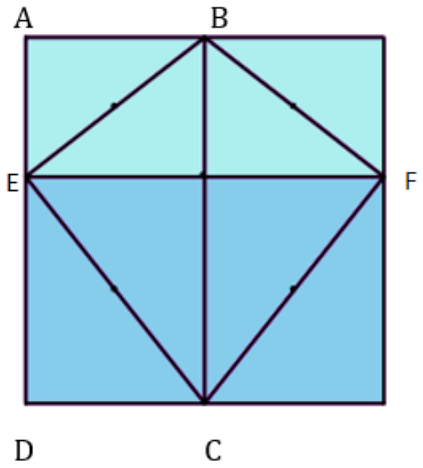
les triangles AED et BFC sont congruents.

***La décomposition de figures en sous-figures* θ_3 :** l'égalité des aires des figures équidécomposables, a pour conséquence la décomposition des figures en sous-figures ; ce qui peut être utilisé au collège pour montrer que deux figures ont la même aire. θ_3 est l'élément technologique suivant : Si F est une figure que l'on décompose en sous-figures $F_1, F_2 \ldots, F_n$ « n'empiétant pas les unes sur les autres », de telle manière qu'en faisant subir à chacune des F_i une isométrie on obtienne des figures $H_1, H_2 \ldots, H_n$ dont la réunion est H alors F et H ont la même aire.

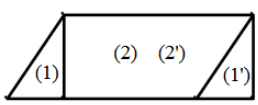
Cet élément technologique fournit une technique pour calculer des aires de figures à partir d'un découpage de la figure en sous-figures et, éventuellement, par recollement de celles–ci, en se ramenant à des aires de figures connues. Nous nommons cette technique « technique de découpage et recollement ».

Notons que θ_1 fournit une décomposition en triangles, alors que θ_3 concerne une décomposition plus large, non nécessairement formée de triangles.

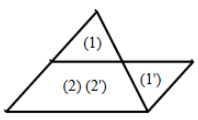
Pour la technique d'équidécomposition associée, on fait en sorte que H soit une figure dont on connaît l'aire. Par exemple, dans la figure ci-dessous, l'aire du quadrilatère *EBFC* est égale à l'aire du rectangle *ABCD*.



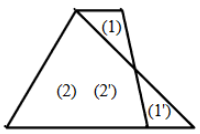
On peut aussi l'utiliser pour les figures suivantes, extraites du document Eduscol intitulé *Projet de document d'accompagnement Grandeurs et mesures* (2007) eduscol.education.fr/D0015/ :



Du parallélogramme au rectangle par équidécomposition

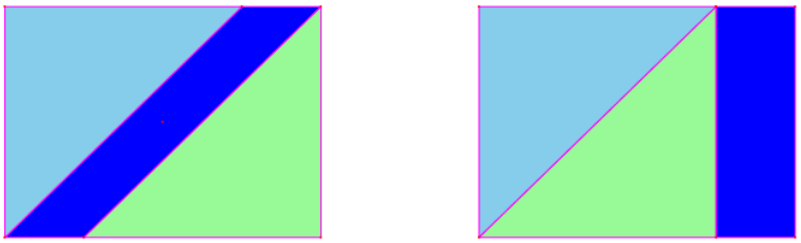


Du triangle au parallélogramme par équidécomposition

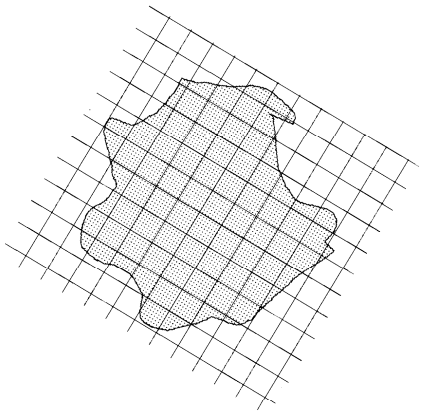


Du trapèze au triangle par équidécomposition

***Egalité des aires de deux figures équicomplémentaires* θ_4 :** Deux figures équicomplémentaires ont la même aire.
La technologie θ_4 fournit une technique permettant de justifier que deux figures ont la même aire. Nous la désignerons par technique de complémentation. Par exemple, le parallélogramme bleu et le rectangle bleu ont la même aire.



5. 4. 1. 1. 2. La modélisation due à Lebesgue ou modélisation des aires avec mesures, θ_L
Nous nous appuyons sur le projet de document d'accompagnement précité, relatif au thème Grandeurs et mesures.



Dans son ouvrage *La mesure des grandeurs*, édité par A Blanchard, 1975 Lebesgue propose une définition de figures quarrables.

Pour cela, il faut :

- Un carré C
- Le réseau R plan construit à partir de C (réseau de niveau 0)
- Une partie F bornée du plan
- a_0 est le nombre de carrés du réseau R formés entièrement de points de F.
- b_0 est le nombre de carrés du réseau R dont certains points appartiennent à F.

On subdivise chaque carré de R en 100 carrés de même côté, ce qui forme le réseau de niveau 1, R_1, et on recommence indéfiniment, donnant les réseaux de niveau k, R_k. On appelle :

- a_k le nombre de carrés du réseau R_k formés entièrement de points de *F*.
- b_k le nombre de carrés du réseau R_k dont certains points appartiennent à *F*.

$$a_0 \leq \frac{a_1}{10^2} \leq \frac{a_2}{10^4} \leq \cdots \leq \frac{a_k}{10^{2k}} \leq \cdots \leq \frac{b_2}{10^4} \leq \frac{b_1}{10^2} \leq b_0$$

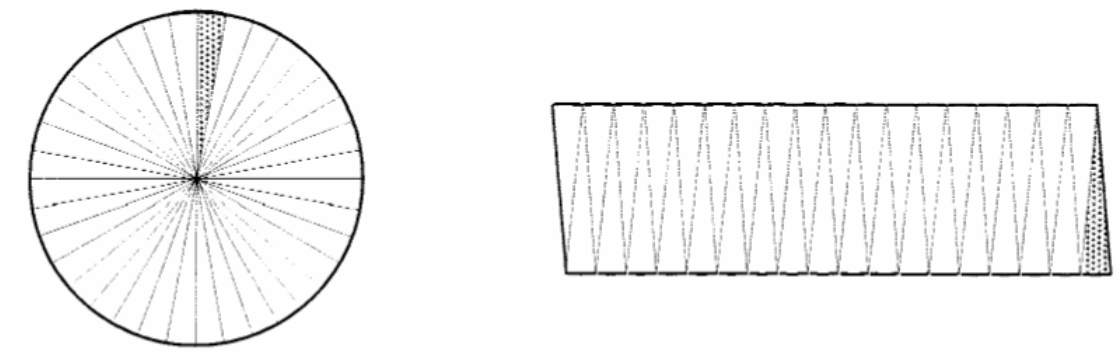
F est quarrable si $\lim_{n\to\infty} \left(\frac{b_n - a_n}{10^{2n}}\right) = 0$

On obtient une application s (θ_4) de l'ensemble des figures quarrables du plan dans IR_+ qui, à chaque figure *F*, associe un nombre réel positif, appelé aire de *F*.

On a la propriété suivante d'additivité θ_5 : Si *F* et *F'* sont deux figures quarrables, on a $s(F \cup F') = s(F) + s(F')$.

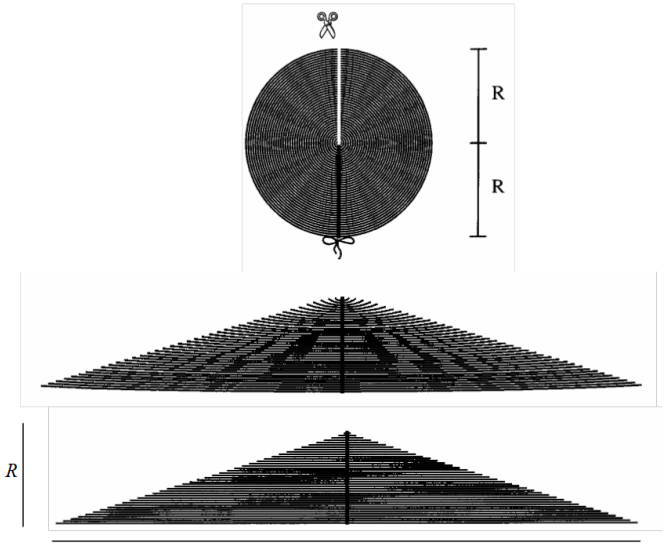
Muni de ces éléments technologico-théoriques, il est possible de montrer au niveau du collège, et de deux façons différentes, la formule relative à l'aire du disque ; le nombre π étant défini comme le rapport du périmètre du disque à son diamètre.

Première façon



Par passage à la limite, on obtient un rectangle de hauteur R et de longueur le demi-périmètre du cercle soit R×π. D'où A = R×R ×π.

Deuxième façon



On forme un triangle isocèle de base $2 \times \pi \times R$ et de hauteur R. Soit en simplifiant par 2, on a $A = \pi \times R \times R$.

Avant la réforme des mathématiques modernes, le point de vue des programmes est celui de la modélisation des grandeurs sans mesure, ce qui est justifié par l'utilité des aires dans la vie quotidienne. Après 1970, les surfaces sont quadrillées, amenant aux calculs d'aires issus de la modélisation des aires avec mesures due à Lebesgue. A partir de 1985, les deux modélisations sont mises en relation.

Le document d'accompagnement précité portant sur les grandeurs offre une synthèse pour ces éléments constitutifs d'une évolution historique de l'enseignement des grandeurs. Ce document de 2007 sert encore de référence aux programmes de 2016.

Quand et comment dans les manuels de mathématiques débute le travail sur les aires ?						
Mathématiques classiques	Mathématiques modernes	Après les mathématiques modernes				
1945	1970	1977	1985	1990	1995	2002
Dès le CE2, calcul de l'aire d'un carré, d'un rectangle (Cf document n°11).	Au CM Les surfaces sont dessinées sur du papier quadrillé. Leur aire peut être soit calculée soit encadrée (Cf document n°12).		Au CM Le travail sur quadrillage cède de plus en plus la première place aux activités de comparaison sur papier uni. Les élèves doivent découper et recomposer les surfaces (Cf document n°13).			

Extrait de Repère Irem n°68 (2007)

5.4.2 Types de tâches, techniques : bloc pratique issu des programmes

Dans les programmes de cycle 3 (CM1, CM2 et 6e) de 2016 (Annexe 16), et pour la classe de sixième, on trouve l'extrait suivant :

Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs	
Comparer des périmètres avec ou sans recours à la mesure. Mesurer des périmètres en reportant des unités et des fractions d'unités, ou en utilisant une formule. - Notion de longueur : cas particulier du périmètre. - Formule du périmètre d'un carré, d'un rectangle. - Formule de la longueur d'un cercle. - Unités relatives aux longueurs : relations entre les unités de longueur et les unités de numération (grands nombres, nombres décimaux).	Utiliser des instruments de mesure : décamètre, pied à coulisse, visée laser (télémètre), applications numériques diverses. Adapter le choix de l'unité, de l'instrument en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée. Aborder la notion de distance comme plus court chemin entre deux points, entre un point et une droite.
Comparer, classer et ranger des surfaces selon leurs aires sans avoir recours à la mesure. Différencier aire et périmètre d'une surface. Déterminer la mesure de l'aire d'une surface à partir d'un pavage simple ou en utilisant une formule. Estimer la mesure d'une aire par différentes procédures. - Unités usuelles d'aire : multiples et sous-multiples du m^2 et leurs relations, are et hectare. - Formules de l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque.	Situations amenant les élèves à : - superposer, découper, recoller des surfaces ; - utiliser des pavages afin de mieux comprendre l'action de mesurer une aire. Adapter le choix de l'unité en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée ou en fonction du domaine numérique considéré.

Comme on le voit, le programme s'inscrit dans les deux modélisations des aires, avec et sans mesures.

Les aires et les périmètres vivent dans trois domaines :

- Le domaine géométrique, puisque l'aire et le périmètre sont relatifs à des surfaces, qui sont des ensembles de points géométriques
- Le domaine relatif aux grandeurs : l'étude de l'aire en tant que grandeur revient à considérer la relation d'équivalence « avoir même aire que » sur des surfaces et à considérer l'aire comme une propriété invariante par isométrie.

- Le domaine numérique en considérant la mesure de l'aire ou du périmètre après le choix d'une unité.

Les instructions officielles laissent transparaître des éléments relatifs à des types de tâches ainsi que d'autres relatifs à des bribes de techniques. Quels sont types de tâches et techniques rencontrés dans le programme précité ? On trouve :

- T_1 : Comparer les périmètres de deux polygones.
- T_2 : Comparer les aires de deux surfaces.
- T_3 : Ranger par ordre croissant ou décroissant des périmètres.
- T_4 : Ranger par ordre croissant ou décroissant des aires.

On trouve également des genres de tâches comme les suivantes : « Calculer un périmètre » et « Calculer une aire » que nous déclinons en types de tâches suivants :

- T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré.
- T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle.
- T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle.
- T_{5D} Calculer le périmètre d'un cercle.

et :

- T_{6C} Calculer l'aire d'un carré.
- T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle.
- T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle.
- T_{6D} Calculer l'aire d'un disque.

Le programme poursuit l'étude des changements d'unités avec le type de tâches T_7 : « Convertir des unités de longueur », qui ne constitue pas une nouveauté puisqu'il est déjà présent au programme depuis le cycle 2, et T_8 : « Convertir des unités d'aires ».

Dans le programme on trouve aussi le type de tâches « différencier aires et périmètre d'une surface ». On verra plus loin que selon les professeurs cette demande du programme est interprétée différemment en termes de types de tâches. Dans le programme de cinquième (Annexe 16) de 2016, cycle 4 (classes de 5e, 4e et 3e), on peut lire :

Attendus de fin de cycle

- calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées ;
- comprendre l'effet de quelques transformations sur les figures géométriques.

Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées
Connaissances ➢ notion de grandeur produit et de grandeur quotient ; ➢ aire du parallélogramme (obtenue à partir de celle du rectangle par découpage et recollement) ; ➢ volume d'un prisme, d'une pyramide, d'un cylindre, d'un cône, d'une boule ; ➢ correspondance entre unités de volume et de contenance (1 L = 1 dm^3, 1 000 L = 1 m^3). Compétences associées

➢ mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables, notamment des grandeurs composées, exprimer les résultats dans les unités adaptées ; ➢ vérifier la cohérence des résultats du point de vue des unités ; ➢ effectuer des conversions d'unités.
Comprendre l'effet de quelques transformations sur les figures géométriques
Connaissances ➢ effet d'un déplacement, d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs, les angles, les aires et les volumes. Compétences associées ➢ utiliser un rapport de réduction ou d'agrandissement (architecture, maquettes) pour calculer des longueurs, des aires, des volumes ; ➢ utiliser l'échelle d'une carte ; ➢ utiliser des transformations pour calculer des grandeurs géométriques ; ➢ faire le lien entre la proportionnalité et certaines configurations ou transformations géométriques (agrandissement réduction, triangles semblables, homothéties).
À l'issue d'activités rituelles de calcul et de verbalisation de procédures et la résolution de problèmes, effectuées tout au long du cycle, les élèves doivent avoir mémorisé et automatisé les formules donnant les longueurs, aires, volumes des figures et solides figurant au programme, ainsi que les procédures de conversion d'unités.

Pour le cycle 4, en début de cycle (cinquième) on peut rajouter aux types de tâches précédemment évoqués :

- T_{5P} : Calculer le périmètre d'un parallélogramme
- T_{6P} : Calculer l'aire d'un parallélogramme

Et leurs techniques correspondantes :

- τ_{5P} : $P = 2\times c_1 + 2\times c_2$ où c_1 et c_2 sont les longueurs des deux côtés consécutifs.
- τ_{6P} : $P = b \times h$ où b est la longueur de la base du parallélogramme et h est la hauteur relative à cette base.

A la lecture du programme, on peut relever quelles sont les techniques qui y sont contenues relatives aux types de tâches qui peuvent être identifiés. En commençant par celles relatives aux périmètres :

T_1 : Comparer les périmètres de deux polygones.

Technique τ_{11} : Cette technique repose sur la définition du périmètre. Elle consiste à reporter sur une demi-droite graduée, préalablement tracée, les longueurs successives des différents côtés du premier polygone puis du deuxième polygone, d'une autre couleur par exemple. On « lit » alors visuellement, sur la demi-droite graduée, quel est le polygone ayant le plus grand périmètre. Cette technique sollicite la modélisation des périmètres sans mesure.

Technique τ_{12} : Cette technique relève de la modélisation des grandeurs avec mesures. On commence par calculer les deux périmètres en choisissant une unité de mesure et on compare les nombres qui en découlent.

T_3 : Ranger par ordre croissant ou décroissant des périmètres de polygones.
Même technique que précédemment avec plusieurs polygones.

T_5 : Calculer le périmètre d'une figure

Pour T_{5C} (Calculer le périmètre d'un carré), T_{5R} (Calculer le périmètre d'un rectangle) et T_{5T} (Calculer le périmètre d'un triangle), on peut sommer les longueurs successives des côtés de la figure, en utilisant plus ou moins des stratégies de calcul mental. On nomme cette technique $\boldsymbol{\tau_5}$.

Pour chacune de ces figures, on peut utiliser la formule du calcul du périmètre, technique nommée $\boldsymbol{\tau}_6$ relevant de la modélisation des mesures de grandeurs :
$\boldsymbol{\tau}_{5C}$: $P = 4\times c$ où c représente le côté du carré.
$\boldsymbol{\tau}_{5R}$: $P = 2\times(L + l)$ ou encore $P = 2\times L + 2\times l$ où L et l représentent respectivement le longueurs et la largeur du rectangle.
$\boldsymbol{\tau}_{5T}$: $P = a + b + c$ où a, b, c sont les longueurs des trois côtés du triangle.
$\boldsymbol{\tau}_{5D}$: $P = 2\times\pi\times R$ ou encore $P = \pi \times D$ où R et D sont respectivement le rayon et le diamètre du cercle.

Nous poursuivons par les techniques concernant les aires.

T_2 : comparer les aires de deux surfaces S et S'.

$\boldsymbol{\tau}_{21}$ Technique 1 : superposition et inclusion
On emboîte $\boldsymbol{S}$ dans $\boldsymbol{S'}$ et on utilise $\boldsymbol{\theta_0}$. Si $\boldsymbol{S}$ est incluse dans $\boldsymbol{S'}$ alors l'aire de $\boldsymbol{S}$ est inférieure à l'aire de $\boldsymbol{S'}$.
Il se peut qu'il ne soit pas possible d'inclure une figure dans l'autre. Dans ce cas, on peut procéder par découpage et recollement, ce qui constitue la technique 2.
$\boldsymbol{\tau}_{22}$ **Technique 2 :** On décompose la surface $\boldsymbol{S}$ en une partition : $S_1 \cup S_2 \cup \dots S_n$. On compare les morceaux ainsi obtenus. On emboîte S_1, S_2 …S_n dans $\boldsymbol{S'}$. S'il est possible d'inclure de manière disjointe S_1, S_2 …S_n dans $\boldsymbol{S'}$ alors l'aire de S est inférieure à l'aire de S'. Si de nouveau cette technique n'aboutit pas, on utilise la technique 3.
Les techniques 1 et 2 sont justifiées par la théorie sans mesure Θ_H, alors que la technique 3 fait appel aux mesures donc à la théorie Θ_L.
$\boldsymbol{\tau}_{23}$**Technique 3 :** On choisit une unité de mesure. On calcule la mesure de chaque surface puis on compare les nombres ainsi obtenus. On détaille par la suite comment calculer la mesure de chacune des figures.
Pour T_3 et T_4, on notera que la technique se résume à comparer deux à deux les aires et périmètres, pour ensuite les classer dans l'ordre croissant ou décroissant.

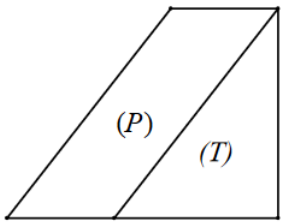
T_6 : Calculer l'aire d'une surface S.
$\boldsymbol{\tau}_{61}$ **Technique 1** : Choisir une unité de mesure et compter le nombre d'unités et sous-unités nécessaires pour recouvrir la surface S
$\boldsymbol{\tau}_{62}$ **Technique 2** : Par pavage. On pave la surface par une surface de référence. L'aire est obtenue par la multiplication du nombre de pavés par l'aire du pavé de référence.
La dernière technique consiste à utiliser une formule et à se ramener à un domaine purement numérique.

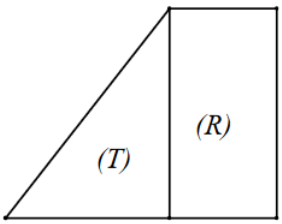
τ_{63} Technique 3 : Si la figure est un carré, un rectangle, un triangle, un parallélogramme ou un disque, on utilise la formule du calcul de l'aire de cette surface particulière. Sinon on décompose la figure en figures « simples et usuelles » dont on connaît l'aire par application d'une formule d'aire.
Cette technique ne peut évidemment pas s'appliquer à toutes les figures, mais à toutes celles fréquentées en Collège. Elle repose sur la modélisation des aires sans mesure et la technologie θ_3 de décomposition en sous-figures, elle-même justifiée par l'égalité des aires des figures équidécomposables.
On nomme T_9 : Calculer l'aire d'une figure à décomposer en sous-figures

Revenons alors à ***T*$_2$: comparer les aires de deux surfaces *S* et *S'***, car elle peut se réaliser grâce à une autre technique ; soit **τ_{24} Technique 4 par complémentation**. Cette technique repose sur la modélisation des aires sans mesure et la technologie θ_4 c'est-à-dire l'égalité des aires de figures équicomplémentaires : « Deux figures équicomplémentaires ont la même aire. »

> On complémente A par une figure C, ce qui permet d'obtenir :
> Aire(A) + Aire(C)= Aire(B) + Aire(C)
> Donc Aire(A) = Aire(B)
> Si l'aire de B est déjà connue, on peut ainsi aisément connaître celle de A.

Nous verrons par la suite que la formule de l'aire du parallélogramme peut être ainsi justifiée. Par exemple, le parallélogramme *P* et le rectangle *R* ont la même aire.





T_7 : « Convertir des unités de longueur », et T_8 : « Convertir des unités d'aires » nécessitant des techniques très proches nous ne détaillerons que les techniques relatives aux aires pour T_8 (celles de T_7 étant supposées être stables en sixième).

T$_8$ Convertir des unités d'aires

Y. Chevallard et M. Bosch (2002) proposent une théorie des changements d'unités[43]. De manière plus large que les conversions d'aires, les auteurs s'intéressent à l'enseignement des grandeurs. Ils définissent une axiomatique de la notion d'espèce de grandeur *G*, permettant de fournir aux techniques de conversions d'unités, une théorie.

[43] Chevallard, Y., Bosch, M. (2002). Les grandeurs en mathématiques au collège, partie II. Mathématisations. *Petit x*, n° 59, p. 43-76.

Pour tout $g \in G$, $1g = g$.
De plus pour tous $g, g_1, g_2, g_3 \in G$:
- Un et un seul des énoncés $g_1 < g_2$, $g_1 = g_2$, $g_1 > g_2$ est vrai.
- Si $g_1 < g_2$ et $g_2 < g_3$ alors $g_1 < g_3$
- $g_1 + g_2 = g_2 + g_1$
- $(g_1 + g_2) + g_3 = g_1 + (g_2 + g_3)$
- $g_1 < g_1 + g_2$
- Si $g_1 < g_2$ alors il existe un élément h de G et un seul tel que : $g_1 + h = g_2$
- Pour tout entier naturel $n \in \mathbf{N}^*$ il existe un élément h de G et un seul tel que $g = nh$.
- Si $g \neq 0$, alors $0 < g$ et $0 + g = g + 0 = g$
- Toute partie de G non vide est majorée à une borne supérieure.
$(G, +, <, 0)$ est alors un demi-espace vectoriel de dimension 1 sur $\mathbb{R}$.

Si on considère une base $\{u\}$ et une base $\{u'\}$ de cet espace vectoriel avec $u = ku'$ où k est un réel positif non nul. Le changement d'unités correspond à un changement de base. Par exemple, si une aire A a pour coordonnée a dans la base $\{u\}$, alors :

$$A = au = a(ku') = (ak)u'$$

Autrement dit, A possède pour coordonnée ak dans la base $\{u'\}$.

Dans les manuels, on trouve des écritures fautives qui égalisent des scalaires et des éléments d'espaces vectoriels, telle que $5 \times 3 = 15$ cm^2. Le produit de deux scalaires, ou encore de nombres concrets, 5 et 3, est identifié à un nombre concret avec unité : 15 cm^2. L'écriture convenable est : 5 cm $\times$ 3 cm $= 15$ cm^2. Dans l'article cité, les auteurs mettent en évidence comment certains manuels, comme cet ouvrage de 6e de 1986, évincent la difficulté en contournant le problème.

1. Un rectangle de longueur 5 cm et de largeur 3 cm a pour aire : 15 cm^2. Elle s'obtient en calculant le produit 5×3.
2. Un rectangle de longueur 2,8 m et de largeur 1,3 m a pour aire, en m^2 : 2,8×1,3 = 3,64 soit 3,64 m^2.

Figure 2. Extrait de Chevallard et Bosch, 2002

Ou encore en occultant les unités comme dans le sujet de brevet des collèges ci-dessous :

La figure ci-dessous représente en perspective cavalière un pavé droit ABCDEFGH.
L'unité de longueur est le centimètre.
On a : AD = AE = 6, AB = 8.

Figure 3. Extrait de Chevallard et Bosch, 2002

A la lumière de ces éléments, nous décrivons ci-dessous les techniques 1, 2 et 3 associées à T_8 : « Convertir des unités d'aires », en employant des nombres abstraits alors que les techniques 4 et 5 ont recours aux nombres concrets.

τ 81 Technique 1 : utiliser un tableau de conversion. Le tableau de conversion fait apparaître deux colonnes par unité d'aire. On place les chiffres dans le tableau de manière à ce que l'unité du nombre se trouve dans la colonne la plus à droite de l'unité d'aire correspondante. On complète par des zéros, ou on décale la virgule puis on lit le nombre dont l'unité correspond à la colonne de droite de la nouvelle unité d'aire. Par exemple :

km²		hm²		dam²		m²		dm²		cm²		mm²	
						3	2						

km²		hm²		dam²		m²		dm²		cm²		mm²	
						3	2	0	0				

D'où : 32 m^2 = 3200 dm^2

τ 82 Technique 2 : par multiplication ou division. On multiplie par 100 pour convertir dans une unité immédiatement inférieure. On divise par 100 pour convertir dans une unité immédiatement supérieure. Ainsi pour convertir dans une unité qui « se trouve » 3 places inférieures à celle donnée initialement, on répète 3 fois l'action de multiplication par 100, soit on multiplie par 100 × 100 × 100, c'est-à-dire qu'on effectue une multiplication par 1 000 000. Pour passer de m^2 au dm^2, unité immédiatement inférieure, on multiplie par 100.

D'où : 32 m^2 = 3200 dm^2.

× 100

τ 83 Technique 3 : compléter par des zéros ou « décaler » la virgule. Cette technique s'apparente à celle précédemment citée. Pour une unité inférieure située à *n* (*n* entier naturel) places de l'unité initiale, on décale la virgule à droite du double de *n* en complétant si besoin par des zéros. Pour une unité supérieure située à n places de l'unité initiale, on décale la virgule à gauche du double de *n*. Par exemple, le dm^2 étant immédiatement inférieur au m^2, on décale la virgule du double de 1, soit de deux rangs vers la droite : 32 m^2 = 32,0 m^2= 3200,0 dm^2 = 3200 dm^2

Pour les techniques 1 à 3, les ingrédients technologiques qui les fondent sont plus opaques. Pour les techniques 4 et 5, les relations entre unités sont directement utilisées, les technologies qui les justifient sont explicites.

τ 84Technique 4 : utiliser des équivalences entre unités de longueurs. On fait apparaître l'unité dans le calcul et on utilise les équivalences de longueur. Par exemple :
32 m^2 = 32 × 1 m^2 = 32 × (1 m × 1 m)

= 32 × 10 dm × 10 dm
= 32 × (10 × 1 dm) × (10 × 1 dm)
=(32 × 10 × 10) × 1 dm × 1dm
= 3200 × 1 dm^2
= 3200 dm^2
On utilise 1 m^2 = 1 m × 1 m et 1 m = 10 dm

On peut souligner que les multiplications du type 1 m × 1 m entre nombres concrets, c'est-à-dire entre éléments de l'espace vectoriel et les multiplications du type 32×10×10 entre scalaires, sont de nature différente. On pourrait alors indiquer cela en différenciant la multiplication entre scalaires, notée ×, et celle entre un scalaire et un élément de l'espace vectoriel ainsi que celle entre éléments de l'espace vectoriel, en les notant par un point, comme on le fait pour les opérations dans le cas d'un espace vectoriel sur un corps.

τ_{85} **Technique 5** : utiliser des équivalences d'unités d'aires. Par exemple :
32 m^2 = 32 ×1 m^2 = 32×100 dm^2 = 3200 dm^2
On utilise l'équivalence 1m^2 = 100 dm^2 et le changement de base dans l'espace vectoriel.

***T_9* : Calculer l'aire d'une figure A composée de sous-figures usuelles**

τ_{91} : décomposer la figure en n (entier non nul) sous-figures disjointes $A = A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_n$. Calculer chacune des aires des sous-figures A_i et les ajouter.
τ_{92} : considérer la sur-figure $C = A \cup B$ où A et B sont disjoints.
Aire (A) = Aire (C) – Aire (B)
On ne détaille pas les techniques pour convertir des unités de longueurs. Elles sont similaires à celles des conversions d'unités d'aires.

5.4.3 Choix du thème, choix des professeurs

Notre étude qualitative en 6e/5e a porté sur les aires et périmètres car elle nous paraissait riche à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, il fallait choisir un chapitre qui soit, par son contenu, peu différent dans les programmes de 6e et de 5e. En effet l'approche quantitative nous a montré des similarités dans les gestes d'étude d'élèves de ces deux niveaux de classe ; cette proximité ne devait pas être perturbée par le choix de thèmes mathématiques trop éloignés l'un de l'autre. Dans le programme de 2016, les contenus sur les « aires et périmètres » sont quasiment semblables entre ces deux niveaux de classe, bien qu'elles relèvent de deux cycles différents.

De plus, le « cours », c'est-à-dire la trace écrite qui subsiste dans les cahiers de l'enseignement du thème, et qui sert de référence à l'étude des élèves, constitue un support qui peut être intéressant. En effet, contrairement à d'autres chapitres du programme de mathématiques du Collège, dans lesquels une seule propriété est mise en évidence – un chapitre, c'est-à-dire un thème, expose généralement une organisation

mathématique locale autour d'un élément technologique –, plusieurs formules différentes sont à étudier sur ces thèmes, portant sur périmètres et aires de divers objets géométriques. Ce secteur fait ainsi apparaître plusieurs organisations mathématiques, que l'on peut rapprocher aux deux types d'éléments théoriques que nous avions identifiés auparavant – une modélisation sans mesure et une autre avec mesure –, et pour chacune d'elles plusieurs technologies. On peut donc postuler qu'existe un travail personnel à la maison plus conséquent à réaliser sur les aires et périmètres, que sur un autre chapitre en tant qu'organisation mathématique ponctuelle ou locale.

Remarquons par la suite que selon le point de vue avec et/ou sans mesure, les parties « leçons » peuvent s'avérer très différentes d'un professeur à l'autre. En effet, le chapitre peut être traité d'un seul point de vue numérique à partir de formules, ou encore en travaillant seulement sur la grandeur « aire » ou seulement sur la grandeur « périmètre », ou encore en alliant les deux. Les formules de périmètres et d'aires peuvent être plus ou moins justifiées, que ce soit en 6e ou en 5e. Il faut donc s'attendre à trouver une assez grande diversité dans les cours dispensés par les professeurs sur cette notion, allant du seul tableau synthétique des formules à un exposé qui reprend l'étude des grandeurs « aire » et « périmètre ».

Enfin, il est possible que le thème des périmètres et aires constitue un chapitre pour lequel les parents soient davantage présents, quelle que soit la catégorie socio-professionnelle à laquelle ils appartiennent. Ce sont en effet des notions mathématiques qui vivent dans la vie quotidienne ou dans différents corps de métiers. Cela à l'opposé d'autres parties du programme, comme le calcul littéral par exemple, pour lesquelles certains parents risquent de ne pas pouvoir aider pas leur enfant, davantage par déficit de connaissance que par choix. L'enquête quantitative a mis en évidence que l'enseignement par PER rendait les élèves plus autonomes dans leur travail ; les parents étant moins nombreux à aider leur enfant. Aussi avons-nous aussi choisi un chapitre où les parents ont la possibilité d'aider leurs enfants ; cela afin d'identifier une éventuelle influence de l'enseignement par PER.

Conformément aux critères que nous avons choisis dès l'enquête par questionnaire, les professeurs sont choisis en fonction de leur type d'enseignement (avec ou sans PER) et de leur localisation (REP/Ville/Rural). Quatre classes ont été interrogées sur le chapitre « aires et périmètres ». Pour chaque classe, le même protocole a été mis en place : un entretien ante-contrôle et un entretien post-contrôle avec six élèves de la classe : deux bons, deux moyens, et deux faibles.

Classe	Localisation	Niveau	Type d'enseignement	Professeur
C_1	REP	6e	Sans PER	y_1
C_2	REP	6e	Sans PER	y_1
C_3	RURAL	5e	Sans PER	y_2
C_4	VILLE	5e	Avec PER	y_3

L'objectif poursuivi consiste à comparer les séries d'entretiens mais aussi à catégoriser les techniques d'étude selon le niveau en mathématiques des élèves : « bon élève », « élève moyen » et « élève faible. » Les classes C_1 et C_2 sont issues du même collège, implanté en zone REP. Il s'agit du même professeur y_1, enseignant dans deux classes différentes, sur deux années consécutives. Le contrat d'étude (fréquence des devoirs, accès aux ressources), qui font partie des habitudes d'organisation didactique génériques de travail de y_1 sont les mêmes d'une année sur l'autre. Les classes C_2 et C_4 ont suivi le même scénario d'enseignement ; nous l'avions fourni à partir de documents venus de l'IREM de Clermont-Ferrand. Le professeur y_1 n'étant pas rompu à l'enseignement par PER, dans la classe C_2 la dynamique de questionnement n'a que peu vécu. Ainsi nous ne l'avons pas classé en tant qu'enseignement avec AER. Cependant, grâce à ce changement, on a pu observer des similitudes dans l'organisation mathématique entre C_2 et C_4 d'une part, et des disparités entre C_1 et C_2 d'autre part.

5.5 Classes issues du milieu Réseau d'Education Prioritaire REP

5.5.1 Quelques caractéristiques des élèves issus du réseau d'éducation prioritaire

Nous commençons par rappeler quelques-uns des éléments saillants issus de l'analyse quantitative et relatifs aux élèves issus des réseaux d'éducation prioritaire.

Ils utilisent deux ou trois ressources pour étudier. Dans leur travail quotidien, ils cherchent des réponses ou des aides pour 84,6 % d'entre eux, à partir de leurs cahiers de leçon, et pour 57 % d'entre eux sur l'Internet. Pour préparer un contrôle de mathématiques, ils sont 93 % à relire la leçon, 69,6 % à relire des exercices. Cela correspond à peu près aux pourcentages des élèves issus des autres catégories d'établissement. Ils sont, par contre, peu nombreux, seulement 28 %, à refaire des exercices préalablement travaillés en classe et tout aussi peu nombreux, 31 %, à s'engager dans le travail d'exercices supplémentaires.

Les élèves issus du Réseau d'Education Prioritaire se caractérisent par des différences statistiques notables par rapport aux élèves issus des établissements ruraux et urbains en ce qui concerne leurs pratiques des devoirs à la maison. En effet :

- par rapport aux élèves de centre-ville qui réalisent un brouillon (66 %), le pourcentage d'élèves en REP qui le font n'est que de 58 %
- peu d'élèves de REP (38 %) disposent d'une aide à l'étude pour relire leur « devoir maison » avant de le rendre (44 % en ville, 50 % en milieu rural)
- seulement 36 % des élèves de REP vérifient les raisonnements demandés dans leurs devoirs à la maison (48 % en ville, 50 % en zone rurale)
- un faible pourcentage, soit 13,6 % des élèves de REP s'appuient sur des notions antérieures qu'ils revoient pour s'aider à travailler leur « devoir-maison ».

Au sein de notre panel, et pour des analyses plus qualitatives, nous avons choisi le collège Jules Ferry de Vichy, classé Réseau d'Education Prioritaire. Les deux classes de cet établissement sur lesquelles nous enquêtons sont des classes de 6e enseignées par le même professeur, désigné par y_1. Les séquences ont lieu sur deux années consécutives. La première année, il utilise sa préparation habituelle. La deuxième année, nous lui avons demandé de suivre un scénario bâti sur des AER. D'une année sur l'autre, le contrat d'étude général est inchangé. Effectivement, les élèves sont placés en îlots dans la salle de classe et le professeur y_1 autorise l'accès pendant les cours aux cahiers, aux manuels, à leur disposition sur une table au fond de la salle. L'enseignant y_1 donne du travail à la maison à l'issue de chaque séance ; il ne le vérifie pas. Le manuel est utilisé comme banque d'exercices mais il sert aussi de ressource pendant les séances d'exercices.
Notre objectif est la comparaison, en fonction du niveau scolaire des élèves, des comportements des élèves en termes de techniques d'étude et de l'influence du type

d'enseignement sur les techniques d'étude personnelles des élèves. Le même contrôle ou quasiment le même est donné sur ce thème, d'une année sur l'autre.

5.5.2 Analyse des contrôles de y_1

La première année (Annexe 17)

On commence par l'analyse des exercices donnés le jour du contrôle par y_1. Le devoir surveillé est composé de trois exercices.

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0{,}2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

Dans l'exercice 1, il s'agit de calculer l'aire d'un appartement à partir de la donnée des aires de chaque pièce. Cet exercice mobilise donc T_8 sous la forme de deux conversions d'unités d'aires en m^2, plus précisément des dm^2 en m^2, des dam^2 en m^2 ainsi que le calcul d'une somme de cinq nombres. On peut bien évidemment convertir dans une autre unité d'aire mais on peut remarquer qu'il est plus économique de tout convertir en m^2 puisque trois pièces ont des aires données dans cette unité. De plus, si toutes les aires sont exprimées en m^2, les autres unités deviennent directement inférieures ou supérieures. On peut remarquer que le type de tâches T_8 (convertir des unités d'aires) n'est pas directement indiqué. Ainsi, pour cet exercice, les élèves doivent avoir compris qu'il s'agit d'un exercice de conversions. On poursuit par l'exercice 2 du contrôle :

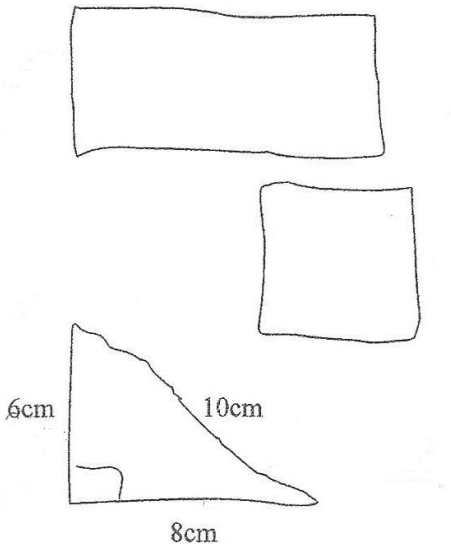
Exercice 2 : Calcule en faisant apparaître les calculs et les unités le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un rectangle de longueur 5cm et de largeur 3cm
Son périmètre est : ……..
Son aire est : ……

Un carré de côté 6 cm de côté
Son périmètre est : ……
Son aire est : ……..

Un triangle rectangle qui a pour côtés 6cm,8cm et 10cm
Son périmètre est : ……
Son aire est : ……..

Un disque de rayon 4 cm :
Son périmètre est : ……..
Son aire : ……
Rappel $\pi \approx 3{,}1$



L'exercice 2 fait apparaître des calculs de périmètres et d'aires d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle et d'un disque. Les types de tâches qui y sont présents sont dans l'ordre : T_{5C} ; T_{6C} ; T_{5R} ; T_{6R} ; T_{5T} ; $T_{6T\ (triangle\ rectangle)}$; T_{5D} ; T_{6D}. Ces types de tâches avaient été indiqués par le professeur y_1 comme étant à réviser. En effet, pour ceux des élèves qui savent lire le contrat didactique, y_1 avait écrit le mot « contrôle » à côté d'un exercice similaire, dont l'énoncé suit.

Exercice 2 : Calculs de périmètres et aires

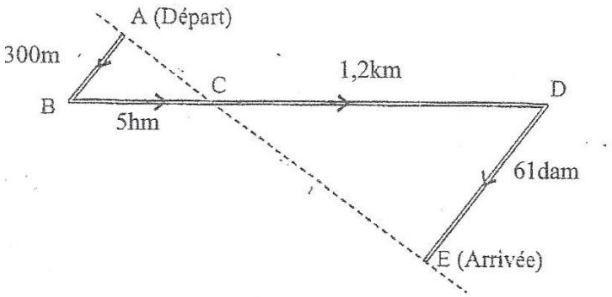
Pour chacune des figures ci-dessous, trace avec les instruments puis calcule l'aire et le périmètre :

- un carré RSTU de côté 5 cm ;	- un rectangle IJKL de côtés 63mm et 4,5cm ;
- un triangle EFG rectangle en E tel que EF = 45mm ; EG = 60mm ; FG = 7,5cm ;	-un disque de rayon 4cm.

On peut cependant remarquer que dans cet exercice, les figures ne sont pas données mais sont à tracer, contrairement au texte du sujet du contrôle. Dans l'énoncé du devoir surveillé, les figures géométriques, rectangle, triangle rectangle, sont réalisées à main levée par le professeur. La figure du rectangle ne contient aucun codage, ni d'indication de longueurs, contrairement à celle du triangle rectangle. L'exercice donné en classe nécessite des conversions de longueurs pour le rectangle et le triangle.

L'exercice 3 nécessite le recours à T_7 (convertir des unités de longueurs). Le contrôle est réalisé sans calculette, ce qui peut amener à des erreurs de calculs dans l'addition des nombres décimaux.

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A passe par les points B, C et D et arrive au point E. Quelle est la longueur de ce cross ?

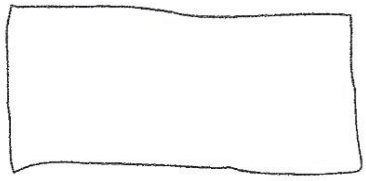


La deuxième année (Annexe17)

On poursuit l'étude par l'analyse du devoir surveillé donné la deuxième année ; il s'agit quasiment du même texte de devoir surveillé car seul l'énoncé de l'exercice 2 a subi quelques modifications. Il n'y figure plus les calculs du périmètre et de l'aire du carré et y_1 l'a remplacé par la demande du calcul de l'aire d'un triangle quelconque. L'exercice 2 fait apparaître des calculs de périmètres et d'aires d'un rectangle, d'un triangle rectangle, d'un triangle quelconque et d'un disque. Notons que le premier des triangles est rectangle et le deuxième est acutangle, c'est-à-dire que la hauteur à considérer est située à l'intérieur du triangle. Les types de tâches qui sont présents dans l'exercice 2 sont donc T_{5C} ; T_{6C} ; T_{5R} ; T_{6R} ; T_{5T} ; T_{6T} (triangle rectangle) ; T_{5T} ; T_{6T} (triangle acutangle) T_{5R} ; T_{6D}. La figure du rectangle n'est pas codée, ni ne comporte d'indication de longueurs, de même que le triangle acutangle qui est reproduit en vraie grandeur. La hauteur du triangle acutangle a été dessinée par le professeur. Le triangle rectangle est par contre codé et ses longueurs de côtés mentionnées. La répartition des points attribués à l'évaluation du devoir surveillé est changée.

Exercice 2

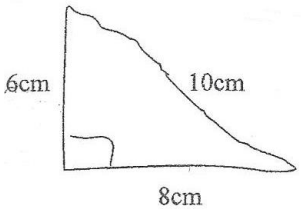
<u>Un rectangle</u> de longueur 5cm et de largeur 3cm



Son périmètre est : ……..

Son aire est : ……

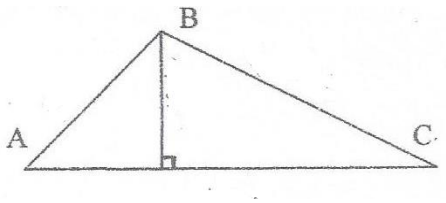
<u>Un triangle rectangle</u> qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm



Son périmètre est : ……

Son aire est : ……..

<u>Le triangle ci-contre</u> (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant tes calculs).



<u>Un disque</u> de rayon 4 cm :

Son périmètre est : ……..

Son aire : ……

Rappel $\pi \approx 3{,}1$

5.5.3 Organisation mathématique enseignée par y_1 et milieu construit dans la classe

5.5.3.1 Milieu d'étude construit dans la classe la première année

Dans ce paragraphe, on cherche à analyser l'organisation mathématique enseignée par y_1 sur les aires et les périmètres, à partir des traces écrites de la leçon et des exercices étudiés en classe. La leçon est rédigée sur des polycopiés insérés dans un porte-vues. Lors de la lecture du polycopié par le professeur, les élèves surlignent certaines parties au « stylo fluo » (Annexe 18).

Etude de la leçon

La leçon est composée de deux fiches : une première partie porte sur les conversions de longueurs, d'aires et de volumes et une deuxième concerne les calculs de périmètres, d'aires et de volumes à partir des formules qui les donnent. Nous n'évoquons pas l'enseignement de y_1 sur les volumes puisque cette grandeur ne concerne pas notre sujet d'étude. Notons que le travail sur les aires et périmètres conçu par y_1 s'inscrit dans la

modélisation des aires avec mesures, donc renvoie à l'élément théorique Θ_L ; le L en indice pour une référence à Lebesgue. L'enseignant y_1 travaille à la fois dans les domaines géométrique et numérique pour lesquels l'aire et le périmètre ne sont pas travaillés en tant que « grandeur » sans recours à la mesure. Ci-dessous, on trouve un extrait de la partie de la leçon concernant les unités :

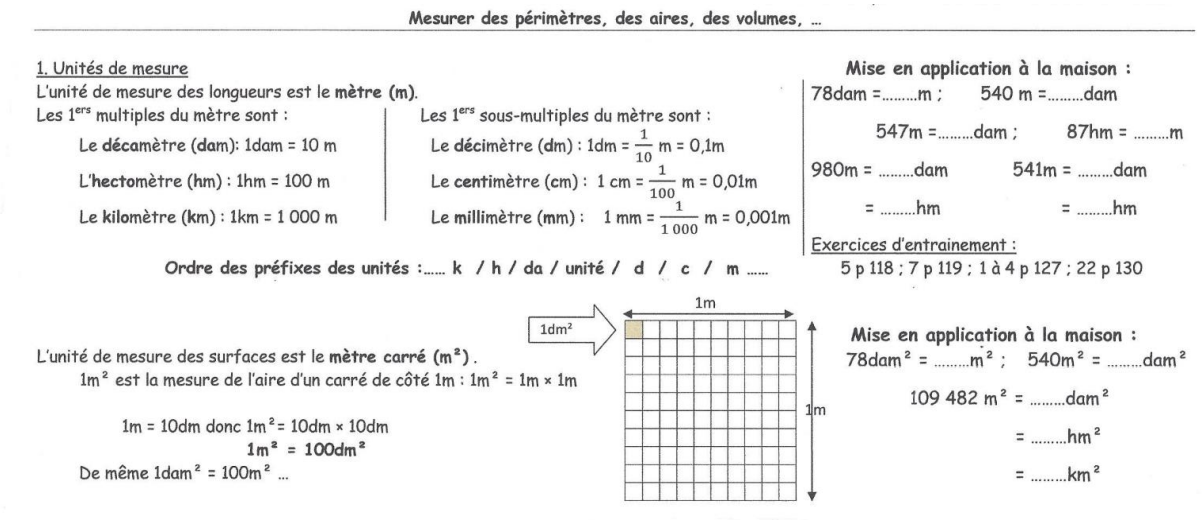
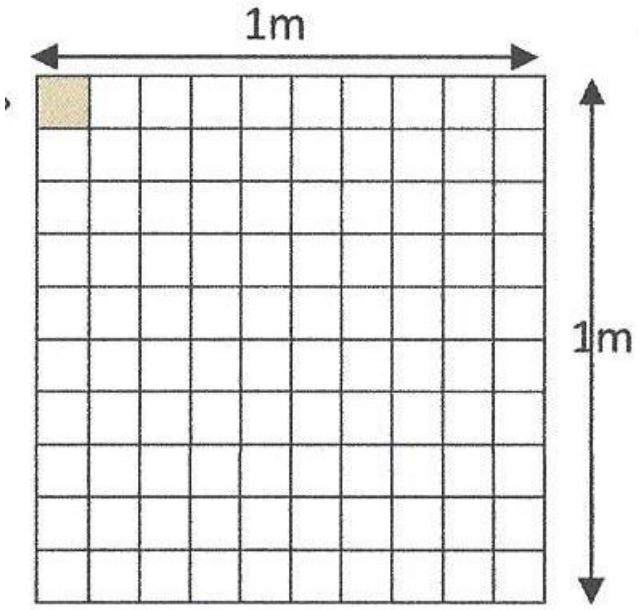


Figure 4. Polycopié de leçon sur les unités par y_1

L'étude débute par l'enseignement des différentes unités de longueur dam, hm, km, dm, cm, mm. Les égalités 1 dam = 10 m ; 1 hm = 100 m jouent le rôle d'éléments technologiques justifiant la technique de conversion. Le mètre apparaît comme une référence, puisque les unités sont classées en sur-unités et sous-unités du mètre. Dans la colonne de droite se trouvent des exemples de tâches appartenant à T_7 (convertir des unités de longueur). Huit exemples sont présentés, faisant chaque fois intervenir le mètre. Ceux-ci sont laissés à travailler à la maison. On note que le choix des exemples ne montre aux élèves qu'une technique restreinte aux nombres entiers et aux changements d'unités dans lesquels n'intervient dans chaque cas que le mètre qui apparaît alors comme référence. Aucun exemple n'est donné qui demanderait des conversions entre entre décamètre et millimètre par exemple.

La première année de l'enseignement que nous observons, le professeur y_1 ne recourt pas à l'usage du tableau pour convertir les unités de longueur. La technique utilisée est τ_{82} : on multiplie ou on divise par 10, 100, 1000 par rapport au mètre qui apparaît encore une fois comme une « référence ». Nous verrons par la suite que cela gêne certains élèves qui avaient acquis l'habitude d'utiliser des tableaux de conversion depuis l'école primaire. L'enseignant y_1 poursuit la leçon par T_8 : convertir des unités d'aire. Cette partie est construite de la même façon que la précédente. Des égalités entre unités sont d'abord présentées : 1 m^2 = 100 dm^2 et 1 dam^2 = 100 m^2. La première égalité est justifiée de la façon suivante : 1 m^2 = 1 m × 1 m = 10 dm × 10 dm = 100 dm^2 en s'appuyant sur la conversion des longueurs précédemment enseignée et donc qui est supposée connue des élèves. Cependant, cet usage recourant à l'écriture d'unités dans les calculs, n'est pas utilisé par la suite dans les exercices ; il ne vit donc pas. Le professeur y_1 utilise la

technique τ_{82}, comme c'était le cas pour les unités de longueurs, mais dans le cas des aires en indiquant des multiplications ou des divisions par 100, 10 000 etc. Un schéma, donné dans la leçon, permet à la fois de visualiser et de justifier l'égalité 1 m^2 = 100 dm^2.



Les égalités et le schéma jouent le rôle d'éléments technologiques justifiant la technique de conversion des unités d'aires. Le mètre carré semble apparaître comme référence, à l'instar de ce qu'était le mètre pour les longueurs. Nous avons demandé à y_1 comment il envisageait la technique de conversion lorsqu'interviennent deux unités différentes du mètre ou du m^2. Procède-t-il par un passage intermédiaire par le mètre ou le m^2 ? Par exemple pour convertir 12 dam^2 en cm^2, on peut écrire, par passage dans une étape intermédiaire : 12 dam^2 = 1200 m^2 = 12 000 000 cm^2. Le professeur y_1 dit qu'il utilise la technique de multiplication ou de division par les puissances d'exposant pair de 10, et non pas par un intermédiaire. La deuxième fiche polycopiée concerne les calculs de périmètres et d'aires à partir de formules données sous forme de tableau récapitulatif :

2. Formules de calculs

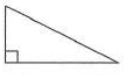
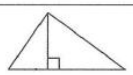
Forme	Figure	Formule du périmètre	Formule de l'aire
Rectangle		$\mathcal{P} = a + b + a + b$ $= (a + b) \times 2$	$\mathcal{A} = a \times b$
Carré		$\mathcal{P} = c \times 4$	$\mathcal{A} = c \times c$ $= c^2$
Triangle rectangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (a \times b) : 2$
Triangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (c \times h) : 2$
Disque		$\mathcal{P} = 2 \times \pi \times r$	$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$ $= \pi \times r^2$

Figure 5. Polycopié de leçon donnée par y_1 sur les formules d'aires et de périmètres

Il s'agit, comme on voit, des aires du rectangle, du carré, du triangle rectangle, du triangle quelconque et du disque. Remarquons que les figures du rectangle et du carré ne sont pas codées ; elles le seront en classe. Ce que désigne chaque lettre n'est pas précisé ni sous forme de phrase, ni sur la figure. Il semblerait que ces significations paraissent évidentes aux yeux de y_1. Un exemple de calculs d'aires et de périmètre figure à côté du tableau sur la feuille polycopiée, mais est laissé en travailler hors classe par l'élève.

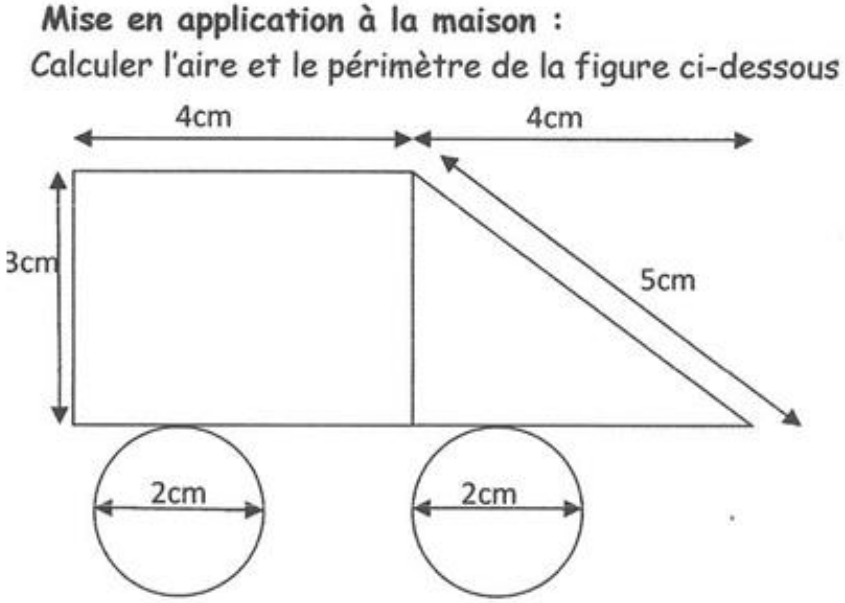


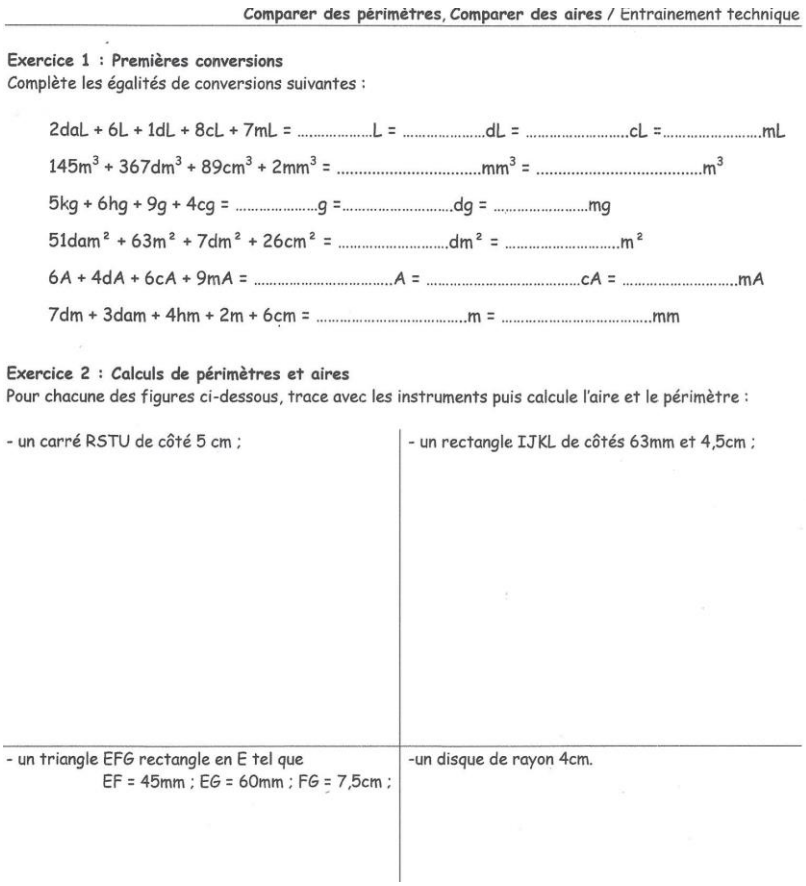
Figure 6. Exercice non résolu, colonne de droite du tableau précédent

Pour cet exercice, le calcul de périmètre sollicite T_5, et le calcul de l'aire sollicite T_9 : « décomposer la figure en sous-figures usuelles connues » et, dans ce cas, en deux disques, un rectangle et un triangle rectangle. On peut remarquer que le découpage est facilité par la présence du tracé d'un segment séparant rectangle et triangle, mais entravée par le fait que la figure n'est pas complètement codée. Ceci nous interroge sur le rôle que y_1 attribue aux figures. Relevons encore que le triangle quelconque reproduit dans la feuille polycopiée figurant la leçon possède une hauteur représentée à l'intérieur du triangle, choix peut-être non volontaire de la part de l'enseignant.

A l'occasion des entretiens avec les élèves, nous avons eu accès, parfois de manière informelle, à certains éléments concernant l'organisation mathématique enseignée par y_1. Certains éléments technologiques et techniques sont enseignés oralement par y_1 à l'occasion d'exercices. Par exemple, pour ce qui concerne le périmètre, y_1 demande aux élèves d'imaginer une fourmi qui marche sur les polygones. La technique de conversion d'unités d'aires est elle-aussi formulée oralement et y_1 accompagne les corrections des changements d'unités par une phrase oralisée du type « on multiplie ou on divise par 100, 10 000, etc. »

Etude des exercices

Le corpus constitutif du traitement du thème par y_1 est composé d'exercices tirés du manuel de la classe et d'une fiche polycopiée constituée de deux exercices. Pour ce qui concerne les exercices, le professeur y_1 utilise des nombres concrets en écrivant les unités au sein des calculs. Dans le contrôle, il compte faux un calcul au sein duquel les unités des grandeurs manipulées sont oubliées. Le premier des exercices du contrôle à traiter porte sur les conversions : pour les aires il s'agit du type de tâches T_8, présenté d'une manière un peu particulière puisqu'il engage des sommes d'unités différentes d'une grandeur donnée. Le deuxième exercice concerne les calculs d'aires et de périmètres faisant intervenir T_{5C} , T_{6C} , T_{5R}, T_{6R} , T_{5T} , T_{6T} (triangle rectangle), T_{5D}, T_{6D}.



Comparer des périmètres, Comparer des aires / Entrainement technique

Exercice 1 : Premières conversions
Complète les égalités de conversions suivantes :

2daL + 6L + 1dL + 8cL + 7mL = ...L = ...dL = ...cL =.....mL

$145m^3 + 367dm^3 + 89cm^3 + 2mm^3$ = ...mm^3 = ...m^3

5kg + 6hg + 9g + 4cg = ...g =.....dg = ...mg

$51dam^2 + 63m^2 + 7dm^2 + 26cm^2$ = ...dm^2 = ...m^2

6A + 4dA + 6cA + 9mA = ...A = ...cA = ...mA

7dm + 3dam + 4hm + 2m + 6cm = ...m = ...mm

Exercice 2 : Calculs de périmètres et aires
Pour chacune des figures ci-dessous, trace avec les instruments puis calcule l'aire et le périmètre :

- un carré RSTU de côté 5 cm ;

- un rectangle IJKL de côtés 63mm et 4,5cm ;

- un triangle EFG rectangle en E tel que EF = 45mm ; EG = 60mm ; FG = 7,5cm ;

-un disque de rayon 4cm.

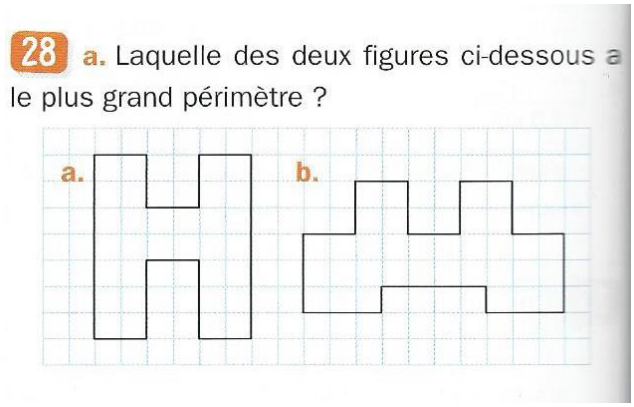
Figure 7. Polycopié d'exercices donnés par y_1

On poursuit par l'étude de l'organisation mathématique du cours de y_1 en ce qui concerne les exercices, en comptant chaque fois le nombre de tâches travaillées.

Pour les périmètres, on s'intéresse aux types de tâches : « Calculer le périmètre, d'un carré T_{5C}, d'un rectangle T_{5R}, d'un triangle T_{5T}, d'un cercle T_{5D} » et « Calculer le périmètre d'une figure non usuelle T_5. »

Types de tâches	T_{5C}	T_{5R}	T_{5T}	T_{5D}	T_5	Total
Technique	τ_6 appliquer la formule	τ_6 appliquer la formule	τ_6 appliquer la formule	τ_6 appliquer la formule	τ_5 faire la somme des longueurs correspondant au pourtour de la figure	
Technologie théorie	formule 4×c Θ_L	formule 2×(L+l) Θ_L	formule a+b+c Θ_L	formule π×2×R Θ_L	Le périmètre d'un polygone est égal à la somme des longueurs des côtés qui le composent. Θ_L	
Nombre d'exemplaires	3	5	2	18	9 dont deux avec comptage de longueurs de carreaux	37

Ci-dessous, l'exercice qui correspond au comptage d'unités de longueurs.

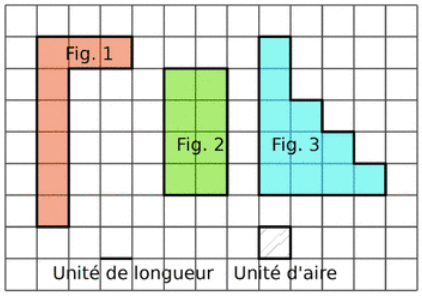


On remarque que dans le milieu d'étude construit au sein du système didactique principal, les tâches correspondant au périmètre du triangle sont peu fréquentes, alors que celles portant sur le périmètre du cercle sont, à l'opposé, plus nombreuses : il s'agit d'un nouveau type de tâches pour ce niveau de classe.

Pour les calculs d'aires, les types de tâches sont les suivants : « Calculer l'aire, d'un carré T_{6C}, d'un rectangle T_{6R}, d'un triangle T_{6T}, d'un disque T_{6D} » et « Calculer l'aire d'une figure non usuelle, par décomposition en sous-figures usuelles$T_{9.}$ »

Types de tâches	T_{6C}	T_{6R}	T_{6T}	T_{6D}	T_9	Total
Technique	**τ 63** appliquer la formule	**τ 63** appliquer la formule	**τ 63** appliquer la formule	**τ 63** appliquer la formule	faire la somme des aires qui la composent	
Technologie et théorie	formule c × c Θ_L	formule L × l Θ_L	formule b × h ÷ 2 Θ_L	formule π × R × R Θ_L	figures équidé composables Θ_H puis Θ_L	
Nombre d'exemplaires	1	1	5	1	3	11

On remarque que le calcul de l'aire du disque est peu travaillé. Dans le milieu d'étude de la classe, n'existe aucune figure avec comptage d'unités d'aires, comme par exemple ci-dessous :



Calculer l'aire des trois figures. L'unité d'aire est donnée.

On peut aussi relever une certaine disparité, sans doute non anticipée par le professeur, entre les exemples de calculs d'aires et de périmètres : l'enseignant y_1 a proposé 35 calculs de périmètres et seulement 14 calculs d'aires. On poursuit par les changements d'unités : convertir des unités de longueurs T_7 et convertir des unités d'aires T_8. On trouve beaucoup de changements d'unités de longueurs (24) et peu pour les unités d'aires (8).

Types de tâches	T_7	T_8	T_7 Avec une somme	T_8 Avec une somme	Total
Technique	**τ 72**	**τ 82**	**τ 72**	**τ 82**	
Technologie	relations entre les unités	relations entre les unités	relations entre les unités	relations entre les unités	
Nombre d'exemplaires	24	8	1	1	34

5.5.3.2 Milieu d'étude construit par y_1 dans la classe la deuxième année

La deuxième année, y_1 a suivi un scénario bâti à partir des AER que nous lui avions transmises (Annexe 34). Les fiches de leçon et d'exercices étaient laissées à son libre choix. Notre intention consistait à observer d'éventuels effets induits par un changement dans une organisation didactique qui reposerait sur une dynamique de questions et sur l'introduction de démonstrations ; donc, en ce qui concerne ce dernier point, sur une dimension technologique plus conséquente. En réalité, la dynamique de questions n'a que peu vécu la deuxième année, le professeur n'étant pas familier avec ce type d'enseignement. On a retrouvé, en acte, ce que Bernad évoque et qui concerne les difficultés des professeurs à s'emparer d'un scénario de type AER-PER. Bernad relève dans sa thèse et à propos de la comparaison de deux enseignants :

> L'analyse des séances a révélé que le topos des élèves y est variable et tend à se réduire au cours du développement du moment de constitution de l'environnement technologico-théorique pour l'étude d'une même tâche ; le professeur reprend le pouvoir en reprenant sa place dans l'énonciation du savoir, après avoir un peu élargi, sous la forme d'une maïeutique, le topos des élèves dans les moments exploratoires. (Bernad, 2018, p. 373)

5.5.3.2.1. Etude de la leçon

Trois fiches de leçons sont dédiées à ce secteur d'étude (Annexe 19) :

- Une première partie sur le périmètre, intitulée « Comment comparer deux périmètres sans mesure ? » qui relève du domaine des grandeurs.
- Une deuxième partie concernant les calculs de périmètres et d'aires reposant sur les formules s'inscrivant dans la théorie des grandeurs avec mesures.
- Une troisième partie sur les conversions de longueurs, d'aires et de volumes identique à celle de la première l'année.

Dans la première fiche de leçon, on déroule un polygone sur une demi-droite graduée. Un exemple de comparaison du périmètre est résolu en reportant des longueurs à l'aide d'un compas sur deux demi-droites.

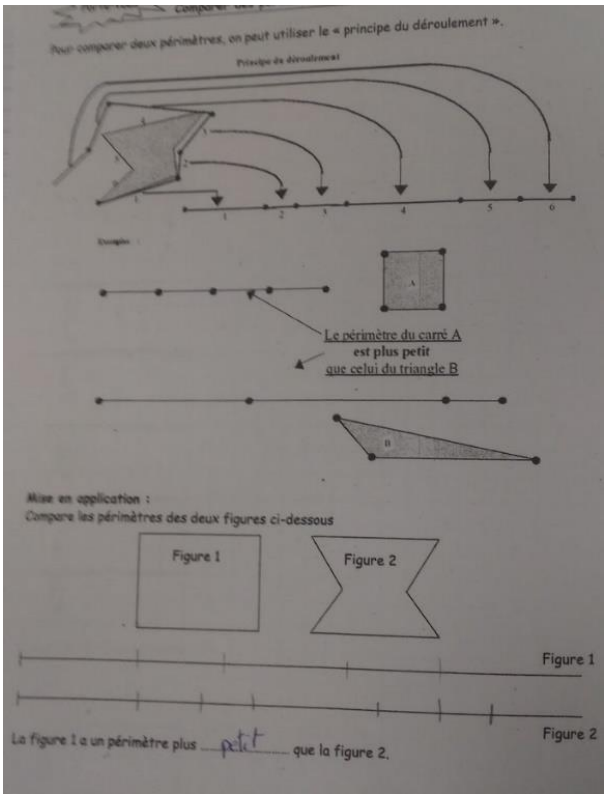


Figure 8. Polycopié de la leçon sur les périmètres

Pour la deuxième fiche, la deuxième année, les techniques de calcul d'aires sont institutionnalisées à l'aide de phrases, et non plus seulement sous forme de formules.

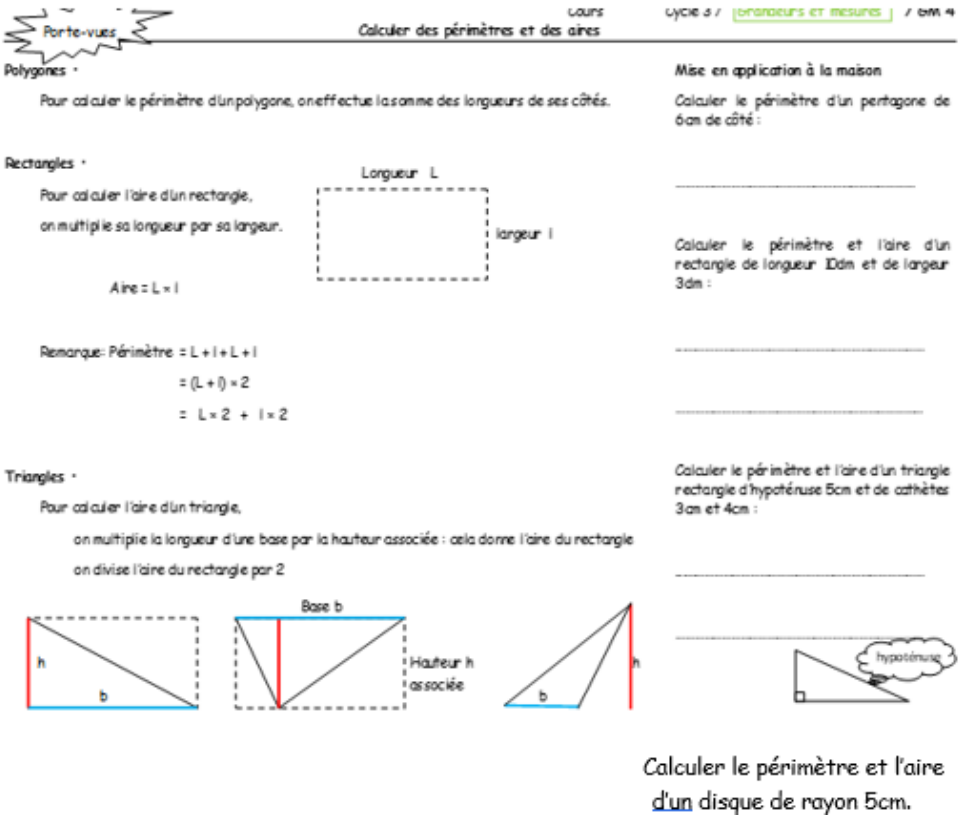


Figure 9 Polycopié de leçon sur les aires

La technique du calcul du périmètre d'un polygone associée au type de tâches T_5 est donnée par la somme des longueurs des côtés qui composent le polygone, soit par τ_5. Pour le rectangle, une phrase explicative amène à la technologie et la technique : « Pour calculer l'aire du rectangle, on multiplie sa longueur par sa largeur ». La formule du périmètre du rectangle est justifiée. Contrairement à l'enseignement dispensé lors de la première année, les lettres et leurs significations sont reliées aux lettres *b* pour base, L pour longueur et l pour largeur. La hauteur n'est en revanche pas mise en lien avec la lettre h. Pour l'aire du triangle trois cas de figures sont donnés : triangle rectangle, triangle obtusangle et acutangle. L'apparition de rectangles en pointillés, pour les deux premiers cas, constitue des traces de justification de la formule. Le périmètre du cercle et l'aire du disque sont consignés sur une fiche à part. Dans la colonne de droite, se trouvent des exemples intitulés « mise en application à la maison » et l'enseignant y_1 utilise des nombres concrets dans les exercices. Sont présents les types de tâches T_5 : calculer le périmètre d'une figure, se spécifiant dans les cas d'un pentagone régulier, d'un rectangle et d'un triangle rectangle, ainsi que les types de tâches T_{6R} et T_{6T} (triangle rectangle) consistant à calculer l'aire d'un rectangle et d'un triangle rectangle. On trouve aussi T_{5D} et T_{6D} qui relèvent du calcul du périmètre d'un cercle et de l'aire d'un disque.

La troisième fiche de leçon sur les conversions de longueurs et d'aires est inchangée par rapport à la première année. La technique utilisée est par contre différente. Lors de la deuxième année, le professeur utilise des changements d'unités grâce à un tableau de conversion, technique désignée par $\boldsymbol{\tau_{81}}$.

5.5.3.2.2. Etude des exercices

Les exercices sont issus du manuel de la classe ou de fiches polycopiées (Annexe 19).

Pour les périmètres

Ils font intervenir les types de tâches « Calculer le périmètre d'un polygone T_5 » et plus particulièrement « Calculer le périmètre, d'un carré T_{5C}, d'un rectangle T_{5R}, d'un triangle T_{5T}, d'un cercle T_{5D} » ainsi que T_1 « comparer les périmètres de deux polygones ».

Types de tâches	T_{5C}	T_{5R}	T_{5T}	T_{5D}	T_5	T_1	Total
Technique	**τ 5** faire la somme des lon--gueurs	**τ 5** faire la somme des longueurs	**τ 5** faire la somme des longueurs	**τ5** faire la somme des longueurs	**τ 5** faire la somme des longueurs correspondant au pourtour de la figure	**τ11** reporter sur deux demi-droite les longueurs correspondantes au pourtour de la figure et les comparer.	
Technologie	Défini--tion du périmè--tre Θ_L	Définition du périmètre Θ_L	Définition du périmètre Θ_L	Définition du périmè--tre Θ_L	Le périmètre d'un polygone quelconque est égal à la somme des longueurs des côtés qui le composent. Θ_L	Périmètre sans mesure Θ_H	
Nombre d' exemplaires	1	2	4	7	5	9	28

Dans le milieu d'étude du système didactique principal, la technique de calcul du périmètre revient : sans mesure, à reporter les longueurs sur une demi-droite et, avec mesure, à sommer les longueurs des côtés, quelle que soit la nature de la figure. L'année précédente, la modélisation des grandeurs sans mesure n'était pas présente.

Pour les aires

On poursuit par l'analyse des types de tâches : « Calculer l'aire, d'un carré T_{6C}, d'un rectangle T_{6R}, d'un triangle T_{6T}, d'un disque T_{6D} » ainsi que « T_2 Comparer les aires de

figures » et « Calculer l'aire d'une figure non usuelle, par décomposition en sous-figures usuelles T_9. »

Types de tâches	T_{6C}	T_{6R}	T_{6T}	T_{6D}	T_9	T_2	Total
Technique	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	faire la somme des aires qui la composent	découper et recoller pour trouver une relation entre les aires	
Technologie	formule $c \times c$ Θ_L	formule $L \times l$ Θ_L	formule $b \times h \div 2$ Θ_L	formule $\pi \times R \times R$ Θ_L	équi décompo--sabilité θ_1 modélisation Θ_H puis Θ_L	équi-décomposa--bilité θ_1 modélisation Θ_H	
Nombre d'exemplaires	0	4	8	2	2	6	22

On remarque que l'aire du disque est peu travaillée (deux exemplaires). Les calculs d'aires avec application de la formule les plus travaillés concernent le triangle et le rectangle. Pour T_9, on trouve deux exemplaires où les figures[44] sont composées d'une part d'un rectangle et d'un triangle et d'autre part de quatre triangles rectangles.

Types de tâches	T_{6R}	T_{6T}	T_{6P}	Total
Technique	τ_{61} choisir une unité et compter le nombre d'unités	τ_{61} choisir une unité et compter le nombre d'unités	découper et recoller pour trouver un rectangle et compter les unités	
Technologie Théorie	comptage de d'unités d'aires Θ_L	comptage de d'unités d'aires Θ_L	équidécomposabilité θ_1 Θ_H	
Nombre d'exemplaires	1	3	1	5

[44] Disponible en annexe 19.

On peut remarquer une certaine disparité entre les exemples de calculs d'aires et de périmètres mais cependant un écart moins grand entre les deux par rapport à ceux de la première année. Effectivement, l'enseignant y_1 a réalisé 28 calculs de périmètres et 27 calculs d'aires. On voit en outre apparaître une répartition différente. La deuxième année, existent dans le corpus des exercices s'inscrivant dans la théorie sans mesure, au nombre de 6, et des calculs d'aires avec un comptage d'unités d'aires, au nombre de 6 également.

Pour les conversions d'unités

On continue l'étude par les types de tâches « Convertir des unités de longueurs T_7 » et « convertir des unités d'aires T_8 ». Le professeur y_1 a aussi proposé un exercice de conversion contenant des sommes, dont l'énoncé est le suivant :
51 dam^2 + 63 m^2 + 7 dm^2 + 26 cm^2 =
7 dm + 3 dam + 4 hm + 2 m + 6 cm =
Un exercice comporte aussi des conversions de masses, de capacités et d'intensités.

Types de tâches	T_7	T_8	T_7Avec une somme	T_8 Avec une somme	Total
Technique	τ_{71} tableau de conversion	τ_{81} tableau de conversion	τ_{81} tableau de conversion	convertir chaque terme puis en faire la somme	
Technologie	relations entre les unités	relations entre les unités	relations entre les unités	relations entre les unités	
Nombre d'exemplaires	34	9	1	1	45

On note un écart conséquent entre le nombre de spécimens de conversion de longueurs et celui de conversion d'unités d'aires : seulement 9 conversions d'unités d'aires sont réalisées dans la classe contre 34 pour les unités de longueurs. Dans le scénario soumis au professeur y_1, des changements étaient proposés à partir d'activités d'étude et de recherche et portant à la fois sur les organisations mathématique et didactique. Les exercices ont été laissés au choix du professeur. La dynamique de questions n'ayant pas vraiment vécu au sein de la classe lors de l'enseignement proposé au cours de la deuxième année, c'est surtout au niveau de l'organisation mathématique que les modifications ont été notables.

5.5.3.2.3. Le schéma récapitulatif de l'organisation mathématique de ***la première année*** est le suivant :

Domaine : Grandeurs et mesures.
Secteur 1 : aires et périmètres. Secteur 2 : volumes

Thème 1 : calcul d'aires de polygones

Type de tâches	T_{6C} : calculer l'aire d'un carré T_{6R} : calculer l'aire d'un rectangle T_{6T} : calculer l'aire d'un triangle rectangle	
Technique	τ_{61} Choix d'une unité de mesure et comptage des unités	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie		$A = c \times c$ $A = l \times L$ $A = \frac{b \times h}{2}$
Théorie	Modélisation des aires avec mesure	Modélisation des aires avec mesures

Thème 2 : calcul de l'aire d'un disque

Type de tâches	T_{6D} : calculer l'aire d'un disque
Technique	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie	$A = \pi \times r \times r$
Théorie	Modélisation des aires avec mesure

Thème 3 : calcul de périmètres de polygones

Type de tâches	T_{5C} : calculer le périmètre d'un carré T_{5R}: calculer le périmètre d'un rectangle T_{5T} : calculer le périmètre d'un triangle rectangle
Technique	τ_{53} Application d'une formule de calcul
Technologie	$P = 4 \times c$ $P = 2 \times (L + l)$ $P = a + b + c$
Théorie	Modélisation des aires avec mesure

Thème 4 : calcul de périmètres d'un cercle

Type de tâches	T_{5D} : calculer le périmètre d'un cercle
Technique	τ_{53} Application d'une formule de calcul
Technologie	$P = \pi \times r \times 2$
Théorie	Modélisation des aires avec mesure

5.5.3.2.4. Ci-dessous on trouvera le schéma récapitulatif de l'organisation mathématique de ***la deuxième année***. On peut souligner quelques changements dans l'organisation mathématique. Lors des séances de la deuxième année, le professeur rajoute des comparaisons d'aires sans mesure, par découpage et recollement. Il change la technique de calcul des périmètres, sans recourir systématiquement aux formules. Il modifie la technique de conversion d'unités en utilisant des tableaux. Le travail relève moins du domaine du numérique**.**

Domaine : Grandeurs et mesures.

Secteur 1 : aires et périmètres. Secteur 2 : volumes.

Thème 1 : comparer des aires d'une surface *S* sans mesure

Type de tâches	T_2 : Comparer les aires de deux surfaces. T_3 : Ranger par ordre croissant ou décroissant des périmètres. T_4 : Ranger par ordre croissant ou décroissant des aires.
Technique	τ_{22} : écrire une partition de S sous la forme de sous-figures disjointes. Comparer les éléments de cette partition par recollement. Technique de découpage et recollement.
Technologie	Partition de S
Théorie	Modélisation des aires sans mesure

Thème 2 : calcul d'aires de polygones

Type de tâches	T_{6C} : calculer l'aire d'un carré T_{6R} : calculer l'aire d'un rectangle T_{6T} : calculer l'aire d'un triangle rectangle	
Technique	τ_{61} Choix d'une unité de mesure et comptage des unités	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie	La mesure est donnée par le nombre d'unités.	$A = c \times c$ $A = l \times L$ $A = \frac{b \times h}{2}$ Justifications à partir de découpages et recollements
Théorie	Modélisation des aires avec mesure	Modélisation des aires avec et sans mesure

Thème 3 : calcul de l'aire d'un disque

Type de tâches	T_{6D} : calculer l'aire d'un disque
Technique	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie	Justification de la formule par découpage du disque. $A = \pi \times r \times r$
Théorie	Modélisation des aires avec et sans mesure

Thème 4 : calcul de périmètres de polygones

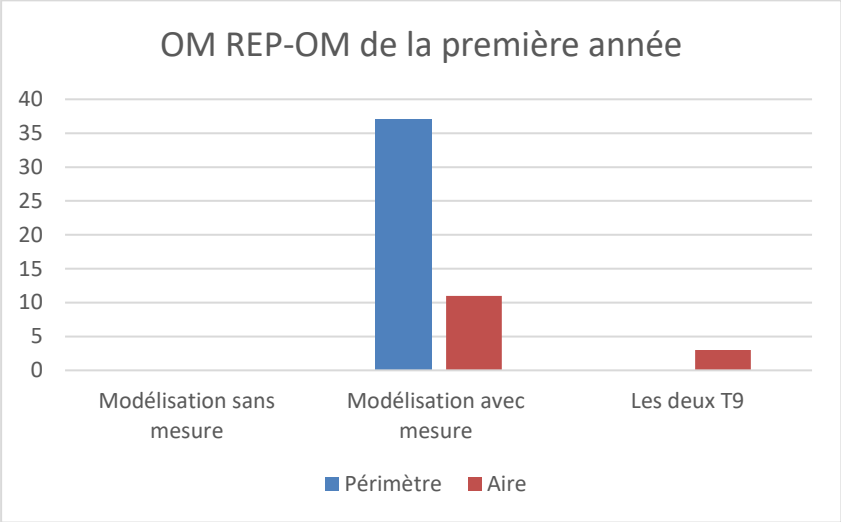
Type de tâches	T_{5C} : calculer le périmètre d'un carré T_{5R}: calculer le périmètre d'un rectangle T_{5T} : calculer le périmètre d'un triangle rectangle
Technique	τ_{53} Sommer les longueurs de tous les côtés
Technologie	Le périmètre d'un polygone est égal à la somme des longueurs de tous ses côtés.
Théorie	Modélisation des grandeurs avec mesure

Thème 5 : calcul de périmètres d'un cercle

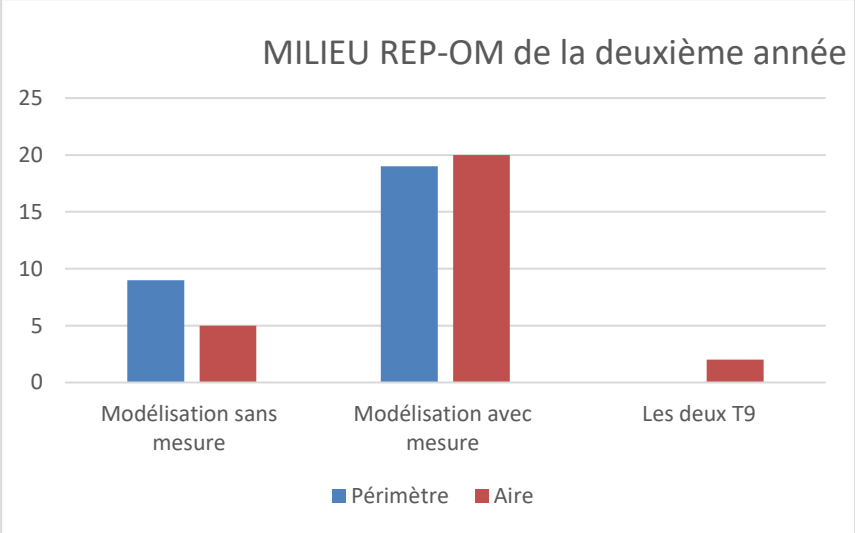
Type de tâches	T_{5D} : calculer le périmètre d'un cercle
Technique	τ_{53} Application d'une formule de calcul
Technologie	Technologie expérimentale avec des ficelles – proportionnalité entre le diamètre et le périmètre $P = \pi \times D$
Théorie	Modélisation des grandeurs avec mesure

5.5.3.2.5. Comparaison des organisations mathématiques entre la première et la deuxième années

Nous avons produit des graphiques représentant le nombre de tâches appartenant à la modélisation des aires et des périmètres avec et sans mesure. Nous avons également fait apparaître le type de tâches T_9 (décomposer une figure en sous-figures puis calculer l'aire de chaque partie à l'aide de formules, puis conclure par une somme ou une différence) qui s'inscrit dans les deux modélisations. L'accomplissement de ce type de tâches, qui engage plusieurs calculs d'aires, est plus difficile. On remarque, lors des séances des deux années, que peu de tâches appartenant à T_9 sont réalisées, et que cela indique une propension à simplifier des tâches.



Pour les deux années, peu de tâches compliquées T_9

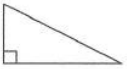
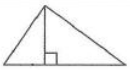


-Rééquilibration des tâches entre aire/périmètre.
-Présence de la modélisation les modélisations sans mesure.

5.5.3.2.6. Liste des œuvres utilisées par y_1 lors des séances de la première année

O_{1A} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc technologico-théorique

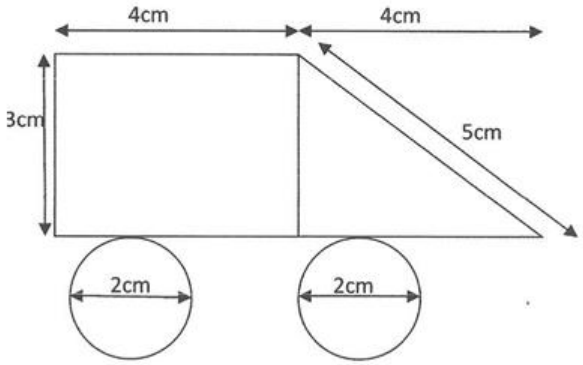
2. Formules de calculs

Forme	Figure	Formule du périmètre	Formule de l'aire
Rectangle		$\mathcal{P} = a + b + a + b$ $= (a + b) \times 2$	$\mathcal{A} = a \times b$
Carré		$\mathcal{P} = c \times 4$	$\mathcal{A} = c \times c$ $= c^2$
Triangle rectangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (a \times b) : 2$
Triangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (c \times h) : 2$
Disque		$\mathcal{P} = 2 \times \pi \times r$	$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$ $= \pi \times r^2$

O_{2A} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc pratico- technique

Mise en application à la maison :

Calculer l'aire et le périmètre de la figure ci-dessous



O_3 Partie exercices « exercices indiqués par le professeur comme étant à réviser »

Exercice 2 : Calculs de périmètres et aires

Pour chacune des figures ci-dessous, trace avec les instruments puis calcule l'aire et le périmètre :

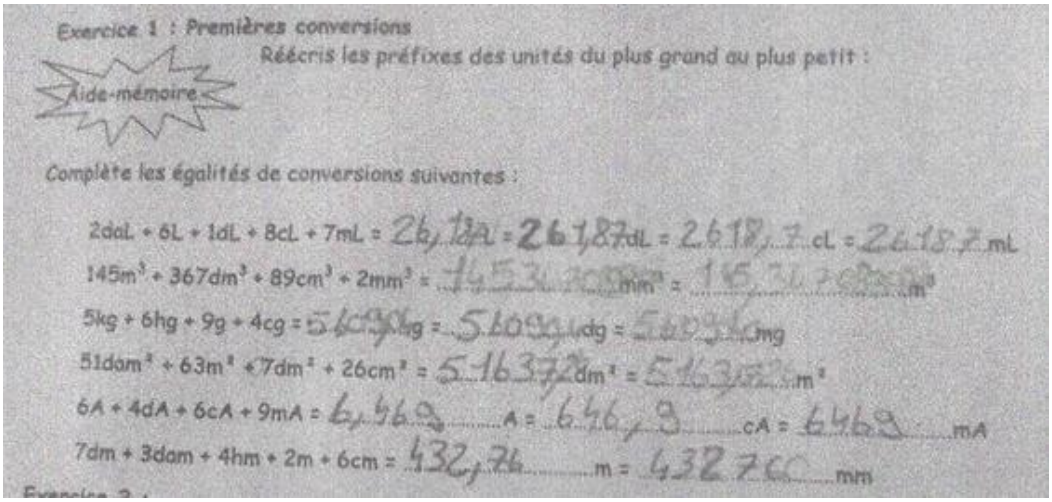
- un carré RSTU de côté 5 cm ;

- un rectangle IJKL de côtés 63mm et 4,5cm ;

- un triangle EFG rectangle en E tel que EF = 45mm ; EG = 60mm ; FG = 7,5cm ;

-un disque de rayon 4cm.

O_4 Partie exercices : les égalités de conversions



Exercice 1 : Premières conversions

Réécris les préfixes des unités du plus grand au plus petit :

Aide-mémoire

Complète les égalités de conversions suivantes :

2daL + 6L + 1dL + 8cL + 7mL = 26,18 A = 261,87 dL = 2618,7 cL = 26187 mL

145m³ + 367dm³ + 89cm³ + 2mm³ = 145 367 089 002 mm³ = 145,367 089 002 m³

5kg + 6hg + 9g + 4cg = 5 639,04 g = 5 6390,4 dg = 56 390,4 cg

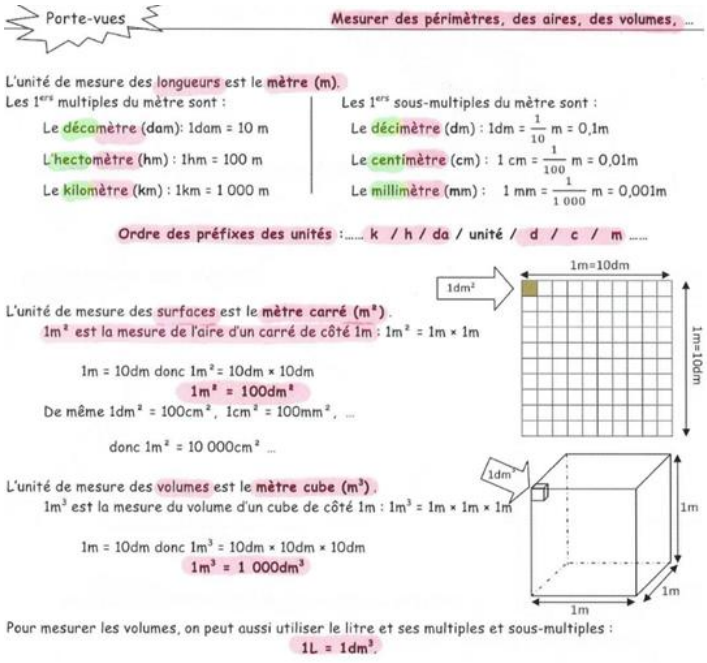
51dam² + 63m² + 7dm² + 26cm² = 5 163 726 dm² = 5 163,726 m²

6A + 4dA + 6cA + 9mA = 6,469 A = 646,93 cA = 6469 mA

7dm + 3dam + 4hm + 2m + 6cm = 432,76 m = 43276 mm

5.5.3.2.7. Œuvres communes aux deux années

O_{1B} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc technologico-théorique sur les conversions



Porte-vues — Mesurer des périmètres, des aires, des volumes, ...

L'unité de mesure des longueurs est le mètre (m).

Les 1ers multiples du mètre sont :
- Le décamètre (dam) : 1dam = 10 m
- L'hectomètre (hm) : 1hm = 100 m
- Le kilomètre (km) : 1km = 1 000 m

Les 1ers sous-multiples du mètre sont :
- Le décimètre (dm) : 1dm = $\frac{1}{10}$ m = 0,1m
- Le centimètre (cm) : 1 cm = $\frac{1}{100}$ m = 0,01m
- Le millimètre (mm) : 1 mm = $\frac{1}{1\,000}$ m = 0,001m

Ordre des préfixes des unités : ..... k / h / da / unité / d / c / m .....

L'unité de mesure des surfaces est le mètre carré (m²).

1m² est la mesure de l'aire d'un carré de côté 1m : 1m² = 1m × 1m

1m = 10dm donc 1m² = 10dm × 10dm

1m² = 100dm²

De même 1dm² = 100cm², 1cm² = 100mm², ...

donc 1m² = 10 000cm² ...

L'unité de mesure des volumes est le mètre cube (m³).

1m³ est la mesure du volume d'un cube de côté 1m : 1m³ = 1m × 1m × 1m

1m = 10dm donc 1m³ = 10dm × 10dm × 10dm

1m³ = 1 000dm³

Pour mesurer les volumes, on peut aussi utiliser le litre et ses multiples et sous-multiples :

1L = 1dm³.

O_{2B} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc pratico-technique

Mise en application à la maison

78 dam = … m ; 540 m = … dam

547 m = … dam ; 87 hm = … m

980 m = … dam ; 54 m = … dam

Mise en application à la maison

78 dam^2= … m^2 ; 540 m^2 = … dam^2

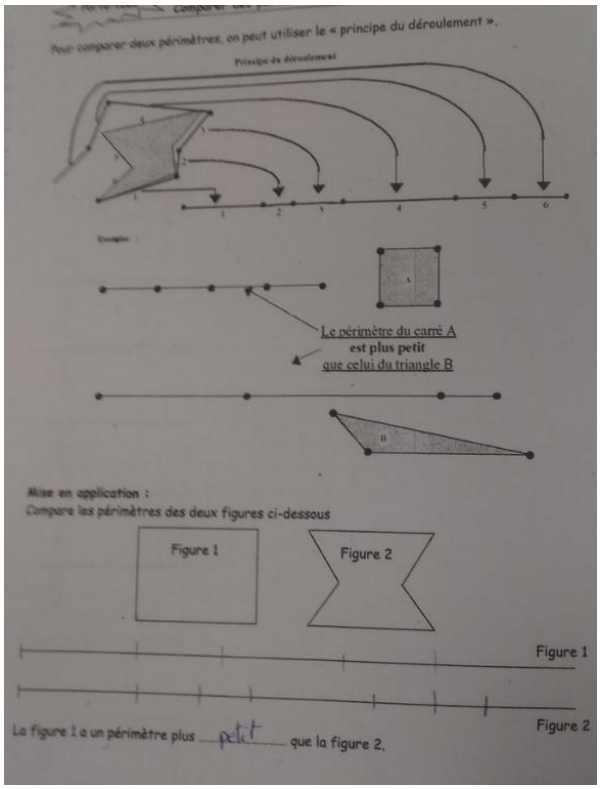
109 482 m^2 = …. dam^2

= …. hm^2

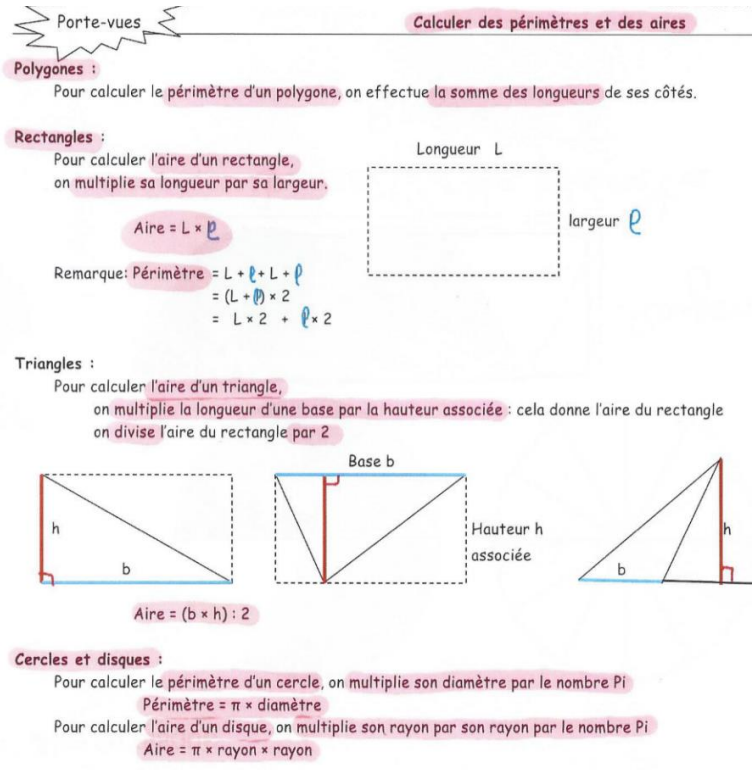
= …..km^2

5.5.3.2.8. Œuvres spécifiques à la deuxième année

O_{1E} Partie leçon sur le porte-vues sur le périmètre



O_{1A} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc technologico-théorique sur les aires



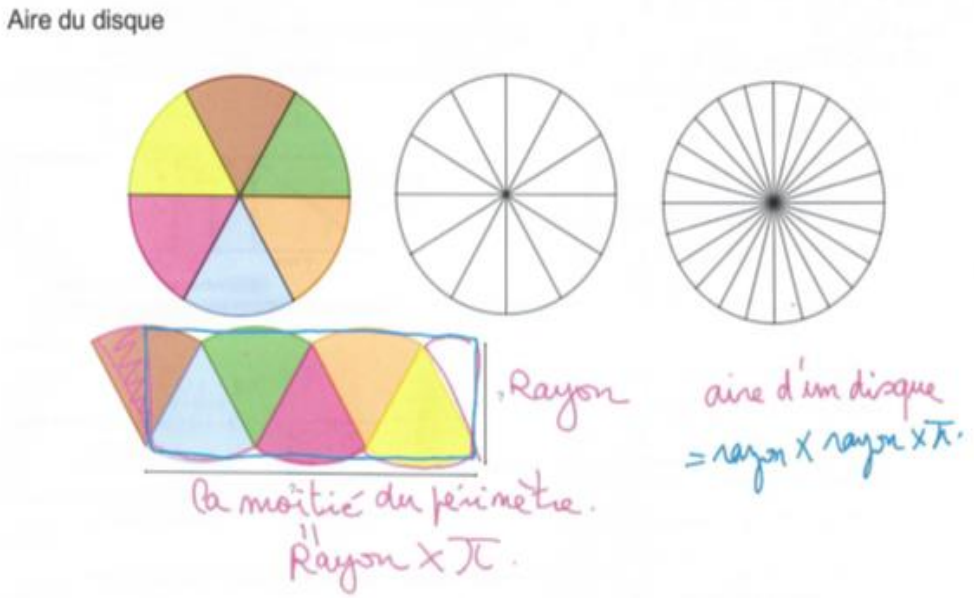
O_{2A} Partie leçon sur le porte-vues. Bloc pratico-techniques sur les aires

Mise en application à la maison
Calculer le périmètre d'un pentagone de 6cm de côté.
Calculer le périmètre et l'aire d'un rectangle de longueur 10dm et de largeur 3dm.
Calculer le périmètre et l'aire d'un triangle rectangle d'hypoténuse 5cm et de cathètes 3cm et 4cm.

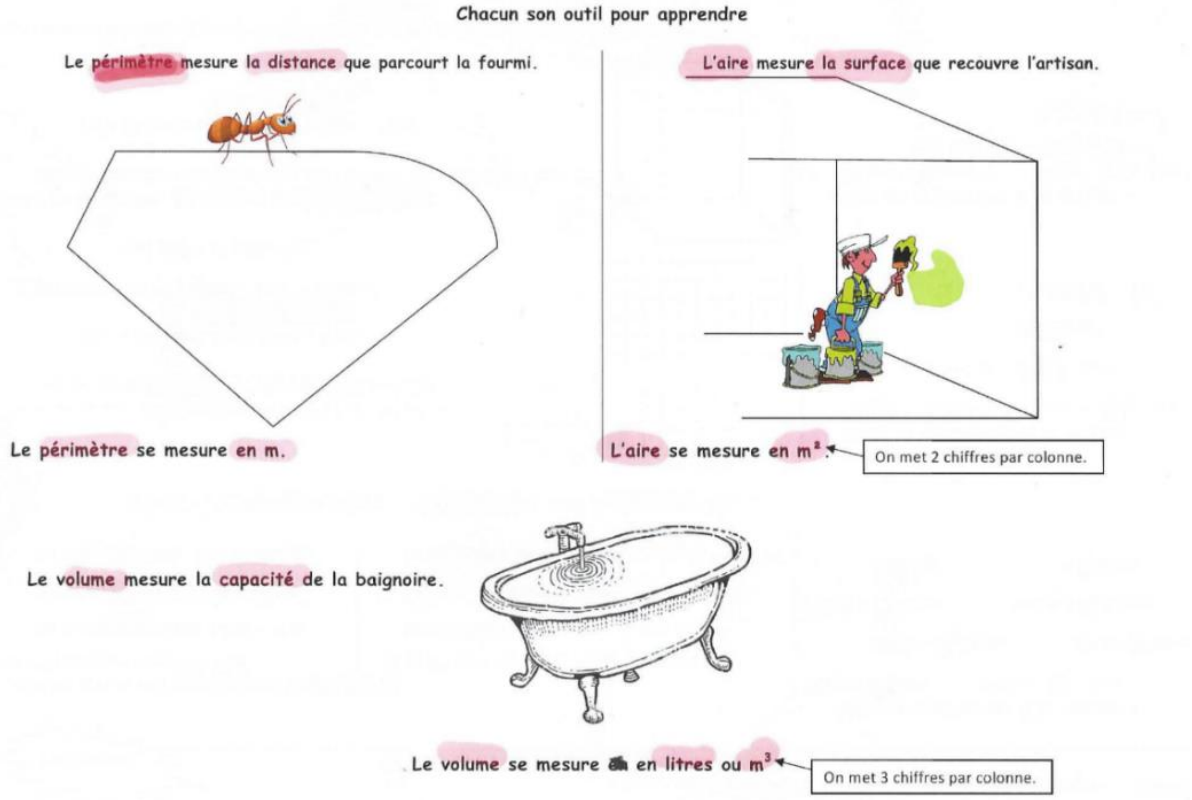


Calculer le périmètre et l'aire d'un disque de rayon 5cm.

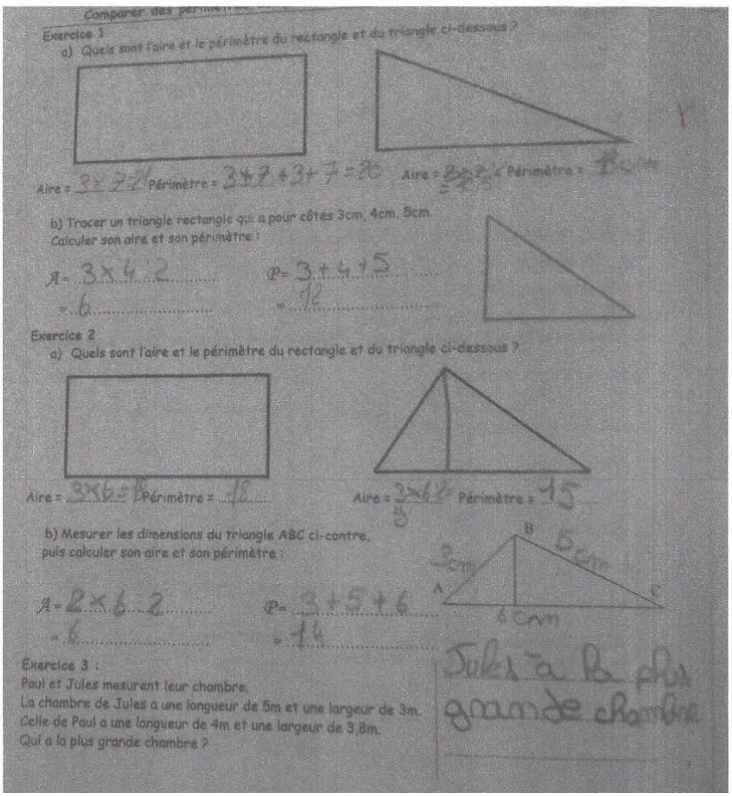
O_{1C} Eléments de preuve de l'aire du disque.



O_{1D} Partie appelée « carte mentale » par le professeur. Eléments technologiques non internes aux mathématiques



O_3 Partie exercices « exercices indiqués par le professeur comme étant à réviser »



O_5 Discussions informelles ou avec une aide à l'étude (camarade, famille) sur les mathématiques.
O_6 Feuille de brouillon.
O_7 Calculette.
O_8 Le nombre π
O_9 Exercices sur internet provenant de la famille.
O_{10} Exercices supplémentaires provenant de la famille.
O_{11} Convertir des unités de longueurs et d'aires.
O_{12} Calculer l'aire d'une figure.
O_{13} Calculer le périmètre d'une figure.
O_{14} Formules de calculs d'aires.

5.5.4 Analyse du milieu d'étude des élèves de y_1 et croisement avec l'organisation mathématique de la classe

On s'intéresse par la suite au type de tâches T « réviser le contrôle sur les aires et périmètres dans la classe de y_1 » et au milieu d'étude convoqué par les différents élèves. Dans l'analyse, pour chaque élève, nous établissons la liste des œuvres présentes dans le milieu d'étude, telles qu'on peut les identifier à partir des entretiens réalisés avec les élèves. Le terme de « milieu » est pris au sens large. Nous cherchons ensuite à mettre en exergue des situations ς possiblement didactiques réalisées lors du travail personnel de l'élève pour réviser le contrôle. On recherche donc ς =$(\tilde{n}, \widehat{w}, \Delta, C)$ où C représente les conditions sous lesquelles une instance $\hat{\imath}$, dans ce cas un élève, accomplit un geste δ ou une suite de gestes Δ, et où $\tilde{n}$ est un noyau cognitif. Dans chaque situation, nous identifions les éléments qui composent le noyau cognitif $\tilde{n}$ sous la forme $\tilde{n} = (\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$ où $\hat{\imath}$ est l'instance « élève interrogé » ; O est l'objet mathématique considéré, dans ce cas le secteur d'étude aires, périmètres et conversions ; $\hat{s} = (I, p)$ est le couple où I est une institution dans laquelle $\hat{\imath}$ occupe une position p. Les institutions que nous considérons sont des micros institutions, formées parfois de l'élève seul, parfois de l'élève et de ses parents, ou encore de l'élève et d'un groupe d'amis, de camarades de classe, etc. Enfin $\hat{v}$ est une instance évaluatrice qui peut être l'élève lui-même, un parent, l'exerciseur sur l'ordinateur, etc.

Nous nous intéressons aussi aux erreurs des élèves lors du contrôle afin de les confronter avec ce que l'élève déclare avoir révisé. Ceci nous permet d'appréhender l'équipement cognitif de l'élève à propos de l'objet O. L'élève a-t-il construit autour de O un système de praxéologies ou bien ne connaît-il l'objet O que par son existence ? Autrement dit, l'objet O et les rapports personnels de l'élève à O font-ils partie de son équipement praxéologique ou de son équipement cognitif ? Nous ne pouvons cependant pas toujours recueillir toutes les informations nécessaires pour y répondre. Et nous n'accédons pas toujours aux éléments permettant de conclure si les situations possiblement didactiques sont *in fine* didactiques, iso-didactiques ou anti-didactiques. On touche en ce point aux limites inhérentes à toute méthodologie et notamment, pour ce qui concerne cette étude, à celles propres au recueil de traces constituées par la suite en indices à partir d'entretiens. A partir de l'entretien ante-contrôle, les techniques d'étude sont souvent envisagées de manière générale, puis, de manière plus précise car portant sur le secteur « périmètres et aires » lors de l'entretien post-contrôle.

5.5.5 Analyse des entretiens avec les élèves dans la classe de y_1 la première année

Les entretiens concernent six élèves de 6e issus d'un collège REP et portent sur le contrôle relatif au thème « aires, périmètres, conversions d'unités » qui a eu lieu le vendredi 27 avril 2018. Avant l'entretien les copies n'ont pas encore été rendues par y_1. Le professeur y_1 enseigne la classe de 6e1 en demi-groupe le lundi après-midi, en

alternance avec le cours de technologie : une heure et demie pour le premier groupe et une heure et demie pour le deuxième. Ce sont des séances qui s'inscrivent dans le dispositif « d'Accompagnement Personnalisé » instauré au Collège par les Instructions Officielles alors en vigueur. Trois élèves sont interrogés sur le premier créneau du lundi après-midi et trois autres sur le deuxième. L'entretien se déroule pendant le cours de mathématiques, dans une salle adjacente. Les élèves sont appelés un par un. Je vais les chercher et je les ramène. Il est prévu que l'entretien dure environ vingt minutes par élève. Le professeur y_1 fait utiliser par ses élèves un porte-vues contenant des fiches de leçons polycopiées et un cahier, appelé cahier de bord, et contenant les activités et les exercices. Lors de l'entretien, chaque élève amène son propre porte-vues contenant les leçons et son cahier de bord. J'ai de plus, à ma disposition, le manuel de la classe. Le contrôle est rendu par le professeur y_1 à l'issue de la première série d'entretiens, en ma présence. Pour la deuxième série d'entretiens, l'entretien post-contrôle, les élèves amènent leur copie de manière à discuter ensemble de leurs erreurs. Six élèves de 6e1 sont interrogés :

- Deux bons élèves : Willane et Sarah
- Deux élèves de niveau moyen : Amira et Marvyn
- Deux élèves de niveau faible : Déborah et Jade

Notons que le professeur y_1 a pour habitude d'écrire le mot « contrôle » devant un exercice pour signaler aux élèves qu'il est fortement conseillé de réviser cet exercice car, lui ou un autre qui lui est semblable, sera évalué lors du contrôle de mathématiques. Comme nous le verrons plus loin, cette démarche oriente évidemment les élèves dans leurs révisions. Les contrôles sont notés sur 23 points. Pour plus de simplicité, nous avons ramené la note sur 20. Dans les passages d'entretiens retranscrits et encadrés, la lettre C signifie le Chercheur et le lettre E l'élève. On s'intéresse au type de tâches T : « réviser le contrôle sur les aires et périmètres dans la classe de y_1 ». Quel est le milieu pour l'étude créé par ces six élèves ? Les copies sont disponibles en annexe 20 , le sujet en annexe 17 et les entretiens en annexe 22.

5.5.5.1 Les œuvres du milieu d'étude de Willane (19,6/20)

Le milieu d'étude de Willane, noté $M_{Willane}$, contient : $\{O_{11}\ ;\ O_{12}\ ;\ O_{13}\ ;\ O_4\ ;O_{14}\ ;\ l'aire\ du\ disque\ et\ le\ périmètre\ du\ cercle\}$

Plus précisément il contient :

- O_{11} ; O_{12} ; O_{13} : Willane a identifié les objets « périmètres », « aires » et les « conversions » à réviser, qu'il décrit à l'aide de substantifs, sans verbe.

> C : Sur quoi ?
> E : les périmètres, les conversions et les aires.

- O_3 (Exercice 2) : Cet exercice a été indiqué par le professeur comme étant à réviser. Willane l'a identifié comme faisant partie de l'enjeu de l'étude. Il travaille les types de tâches T_{6C} ; T_{5C} ; T_{6R} ; T_{5R} ; T_{6T} ; T_{5T} ; T_{6D} et T_{5D} (calculer l'aire et le périmètre d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle rectangle, et d'un disque)

- Remise en mémoire concernant l'aire et le périmètre du disque deux jours auparavant : Willane révise, un ou deux jours auparavant, les formules de l'aire du disque et de périmètre du cercle. Il se donne une nouvelle occasion de rencontrer T_{6D} et T_{5D}.

- O_{14} les formules d'aires des figures usuelles : Willane apprend les formules à travers la pratique d'exercices (0_3).

5.5.5.2 Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Willane et situations possiblement didactiques

Les conditions C d'étude de Willane sont favorables. Il habite à Bellerive (15 minutes de trajet en bus), il s'est fait des amis et n'a pas trouvé de changement par rapport à l'école primaire. La maman de Willane est une aide à l'étude. Elle est professeur en école maternelle et possède donc des connaissances sur le système scolaire. Elle lui fait réciter des techniques et des éléments technologiques à partir des leçons : elle lui demande « comment ça fonctionne ». Elle lui donne des moyens mnémotechniques pour retenir la formule du périmètre du cercle, comme « deux pierres » pour $2 \times \pi \times R$.

C : Comment t'aide-t-elle ?
E : Elle prend mon cahier et elle me pose des questions. Surtout pas du par cœur ! Elle me demande comment ça fonctionne !
//Ma mère elle est à l'école maternelle alors elle connaît les problèmes des élèves et mon frère est en S, il sait les maths. Elle me dit : le périmètre du cercle, comment ça fonctionne ?
Pour bien le retenir, elle me donne des astuces : 2 pierres pour 2 fois PI fois R

Dans le milieu d'étude de Willane, le noyau cognitif $\tilde{n}$ prend la forme suivante :
$\tilde{n} = (Willane, O, (I, p_E), mère\ de\ Willane)$ où $I = \{Willane, mère\ de\ Willane\}$

Willane et sa mère forment, à eux deux, une institution dont Willane occupe la position d'élève et sa mère à la fois la position de professeur et le rôle d'instance évaluatrice. Elle contrôle ses connaissances à partir de la leçon. Ce noyau cognitif nous conduit à une situation ς possiblement didactique : ς = $(\tilde{n}, C, mère\ de\ Willane, \delta)$.

L'action δ de la mère de Willane consiste à contrôler si son fils connaît les éléments techniques et technologiques du chapitre ; pour cela elle lui pose des questions sur la leçon. On trouve un deuxième noyau cognitif plaçant Willane en situation d'étude

autonome : $\tilde{n} = (Willane, O, Willane, p_E, Willane)$. Un ou deux jours avant le contrôle de mathématiques, à travers la pratique d'exercices, Willane se remet en mémoire les formules de l'aire du disque et du périmètre du cercle qui sont des formules nouvelles car non enseignées à l'école primaire. Il dit qu'il les étudie « parce que c'est nouveau ».

5.5.5.3 Les erreurs de Willane au contrôle (19,6/20)

Willane a réussi la totalité des tâches demandées lors du contrôle. Sa seule erreur, dans le calcul de l'aire du carré, est l'oubli d'un carré dans l'écriture de l'unité cm^2. Cette erreur ne s'est produite qu'une seule fois : on peut supposer qu'il s'agit d'une erreur « d'étourderie ». Il reconnaît son erreur, alors qu'il savait qu'il fallait écrire cm^2 et non pas cm.

E : J'ai oublié de mettre cm carré. Je le savais pourtant.

Equipement praxéologique de Willane en position d'élève

L'univers praxéologique de Willane comprend des praxéologies relatives aux types de tâches T_5, T_6, T_7 et T_8. Les rapports personnels de Willane, très bon élève, à ces types de tâches sont conformes aux rapports institutionnellement attendus.

5.5.5.4 Techniques d'étude et rapport à l'étude de Willane (19,6/20)

Willane sait que faire des mathématiques c'est avant tout pratiquer des mathématiques

C : As-tu révisé ce contrôle ? Si oui, comment ?
E : Je fais plutôt des exercices et très peu de leçons. Enfin j'apprends les leçons. Quand j'ai compris les exercices, c'est que je me souviens de ce qui a été fait pendant la correction en classe. J'ai la mémoire de la correction.

Willane sait que les exercices réalisés en classe constituent une base pour apprendre. Les éléments étudiés en classe l'aident « à comprendre ». Il s'appuie sur le système didactique principal, en se remémorant les corrections réalisées en classe, et déclare disposer de « la mémoire de la correction ». Dans son rapport à l'étude, le bloc pratico-technique $[T/\tau]$ joue un rôle central. Les exercices, qui occupent une place importante, sont étudiés en premier lieu et il ne se tourne vers la leçon que lorsqu'il bute sur un exercice. Sa mère lui indique l'importance de la dimension technologique. C'est ainsi qu'il peut accéder aux justifications pour la formule du périmètre du carré : il nous explique avec ses mots que le carré étant un rectangle particulier, « l+l+l+l » est égal à « $4 \times l$. »

Willane distingue ce qui relève des types de tâches anciennement étudiées en CM_2, et celles qui sont spécifiques de l'année de sixième : il révise prioritairement les tâches nouvelles. Il se remet en mémoire les nouvelles formules un ou deux jours avant le contrôle :

> E : Le disque, un ou deux jours avant le contrôle je regarde les exercices pour m'en souvenir.
> C : Pourquoi le disque ?
> E : Parce que c'est nouveau.

Willane parvient à retrouver la technologie des techniques avec l'aide de sa mère. Par exemple pour calculer l'aire du triangle, il utilise l'élément technologique suivant :

> E : Si c'est un triangle et qu'il est rectangle, on fait la délimitation (il me montre le rectangle) et c'est divisé par deux.

On peut regrouper dans un tableau les types de tâches travaillés par Willane :

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	OUI	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.5.5 Les œuvres du milieu d'étude de Sarah (19,1/20)

Le milieu d'étude de Sarah M_{Sarah} contient $\{O_{11}; O_{12}; O_{13}; O_{1A}; O_{10}; O_6; raisons\ d'être\}$

- O_{11} ; O_{12} ; O_{13}

> C : Sur quoi portait le contrôle ?
> E : Aires et périmètres. // Il y a aussi les conversions que j'ai révisées.

Sarah a identifié les objets « aires », « périmètres » et « conversions » comme objets à réviser. Elle utilise des substantifs pour désigner les révisions. Elle manifeste la volonté de bien cerner tous les types de tâches en jeux de l'étude.

- O_{1A} la leçon (Tableau des formules)

Elle relit la leçon composée du tableau synthétique des formules et sa mère lui pose des questions. On ne connaît pas la nature de ces questions.

- O_{10} et O_6

Le frère de Sarah invente des exercices en se basant sur l'exercice 2 donné par le professeur de la classe et désigné comme étant à réviser. On voit ici que Sarah et son frère ont conscience qu'une tâche est étudiée comme un exemplaire prototypique de tâches du même type. En effet, le frère de Sarah ne donne pas à refaire exactement l'exercice 2 provenant du travail en classe et indiqué par le professeur, mais un exercice comportant le même type de tâches : « calculer l'aire et le périmètre d'un carré d'un rectangle, d'un disque ». Elle écrit les réponses sur une feuille de brouillon (O_6).

- **Raisons d'être**

Sarah accède aux raisons d'être des aires et périmètres qu'on peut qualifier d'externes aux mathématiques : pour Sarah, les aires et périmètres servent à « calculer des maisons ».

5.5.5.6 Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Sarah et situations possiblement didactiques

Les conditions d'étude de Sarah sont bonnes. Le collège se passe bien. Elle rentre chez elle pour manger à midi. Elle a des trajets courts. Elle participe à l'aide aux devoirs du centre Alain Barjavel, organisée par le centre social tous les mercredis après-midi. On peut identifier deux noyaux cognitifs.

Le premier est le suivant : $\tilde{n} = (Sarah, O, (I, p_E), frère\ de\ Sarah\ et\ Sarah)$, où l'institution I est formée de $I = \{Sarah, mère\ de\ Sarah, Frère\ de\ Sarah\ \}$. Le frère de

Sarah vérifie que les exercices sont justes. Cependant, Sarah ne reste pas passive lors de cette correction, elle contrôle les résultats des exercices grâce aux ingrédients technologiques dans son porte-vues (leçons).

Sa mère prend parfois la place de son frère lorsqu'elle en a le temps.

> E : Mon frère connaît les mesures. C'est mon frère qui corrige. Mais je sais que c'est juste. //Je regarde mon porte-vues pour voir si c'est faux.

On a le sentiment que bien qu'elle utilise des aides à l'étude, Sarah reste maître de la manière dont elle étudie. Par exemple, elle ne dit pas : « Ma mère me pose des questions », mais **« j'ai demandé** à ma mère de me poser des questions ». Lorsqu'elle en a le temps, la maman de Sarah occupe la fonction d'instance évaluatrice. Ce premier noyau cognitif conduit vers une situation ς possiblement didactique, ς =$(\tilde{n}, C, Frère\ de\ Sarah, \delta)$, où δ sont les gestes accomplis par le frère de Sarah. Il invente des exercices du même type que ceux de l'exercice 2, indiqué comme étant à réviser par le professeur et il corrige les erreurs de Sarah. Il dessine sur un brouillon des figures sans mesures : carré, rectangle, disque. Sarah, occupant la position d'élève, prend les mesures puis calcule l'aire et le périmètre de chacune.

On peut identifier un deuxième noyau cognitif pour Sarah : $\widetilde{n'} = (Sarah, O, (centre\ Alain\ Barjavel, p_E), éducateurs\ du\ Centre\ Alain\ Barjavel)$ à partir de sa participation au centre social Alain Barjavel. Les bénévoles du centre Alain Barjavel réalisent des gestes pour une situation possiblement didactique. Ils expliquent à Sarah comment changer d'unités sans utiliser de tableau de conversion.

> E : J'ai demandé à l'aide aux devoirs et ils m'ont expliqué comment faire sans tableau, car Monsieur C. il fait sans tableau. Par exemple 100 mètres en décamètres, tu enlèves un zéro.

5.5.5.7 Les erreurs au contrôle de Sarah (19,1/20)

Sarah a commis une seule erreur dans le calcul de l'aire du disque. Elle confond R × R et R + R = 2 × R. Cette erreur se manifeste à travers la formule π × R × R et π × Diamètre.

> E : Je comprends pas pourquoi j'ai faux.
> La formule c'est pi fois rayon fois rayon donc pi fois diamètre.

Equipement praxéologique de Sarah en position d'élève

Sarah a construit des praxéologies complètes (types de tâches, techniques et technologies) relativement à T_5, $T_{6\,C,\,R,\,T}$, T_7 et T_8. Seul $T_{6D,}$ qui consiste à calculer l'aire d'un

disque, est fausse. L'erreur provient de la confusion qui est la sienne entre le double et le carré du rayon.

5.5.5.8 Techniques d'étude et rapport à l'étude de Sarah (19,1/20)

Pour étudier, Sarah s'engage dans la pratique des mathématiques : elle fait des exercices. Chez Sarah on peut observer une dimension rétro-cognitive forte : elle se donne une deuxième chance pour évaluer ce qu'elle sait ou ne sait pas faire. Autrement dit, elle s'offre des occasions de rencontrer de nouveau les types de tâches étudiés. Elle prend garde à ne pas en oublier : « toutes celles de l'exercice 2 » dit-elle. Les exercices lui permettent de retravailler et d'évaluer la conformité de son rapport personnel au rapport institutionnellement attendu en classe. Sarah parvient à identifier un changement de technique de conversion par rapport à celle en usage au CM_2. Elle organise pour elle-même un moment de nouvelle première rencontre avec le type de tâches T_7 : convertir des longueurs. Elle va rechercher les informations qui lui manquent au centre Alain Barjavel qui est un dispositif social d'aide aux devoirs. Elle comble des manques d'explicitation de la technique du système didactique principal à partir de ressources extérieures. Les techniques sont pensées, intériorisées.

> C : Tu l'écris au brouillon ?
> E : Non, je l'ai dans ma tête, je l'imagine, j'ai pas besoin de l'écrire.

On peut regrouper dans un tableau les types de tâches travaillés par Sarah :

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	OUI	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	OUI	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.5.9 Les œuvres du milieu d'étude d'Amira (14,3/20)

Le milieu d'étude d'Amira M_{Amira} contient : $\{O_{11}; O_{12}; O_{13}; O_1; O_{10}; O_3; O_4; O_{14}; O_6\}$.

- O_{11} O_{12} ; O_{13}

> C : Sur quoi portait ce contrôle ?
> E : Sur les périmètres et aires.

Amira a développé un rapport pratique à la notion de type de tâches par les gestes d'aide à l'étude qu'accomplit son père.

> E : Il me fait des exercices différents de ceux faits en classe mais qui ressemblent.

Elle est ainsi parvenue à identifier les différents types de tâches du chapitre, notamment le type de tâches « convertir des unités ».

- O_3 ; O_4 (exercices 1 et 2 provenant de la classe)

Amira sait que son père s'est inspiré des exercices 1 et 2 provenant du système didactique principal pour en inventer d'autres du même type. Elle parle de « copié collé ».

- O_{14}($formules$) ; O_1($fiches\ de\ leçon$) ; O_6($brouillon$) ;

> E : Il faut apprendre ses leçons//faut apprendre ses formules.

Amira apprend les formules d'aires et de périmètres. Elle dit avoir lu pour cela trois fois la fiche de leçon et la récite « à l'écrit » sur un brouillon.

- O_{10} exercices provenant du milieu familial

Son père invente des exercices similaires à ceux travaillés en classe sur les conversions et les calculs d'aires et de périmètres.

5.5.5.10 Noyaux cognitifs du milieu d'étude d'Amira et situations possiblement didactiques

Amira dit qu'elle détestait les mathématiques avant la classe de sixième.

E : A l'école on faisait des fiches tout le temps, et dès que tu avais fini une fiche il fallait en prendre une autre. Et moi j'étais toujours en retard, je restais sur la même fiche et je comprenais rien. Avec M C. c'est différent, il prend le temps… et il n'y a pas de compétition.

Les mathématiques enseignées sous la forme de fiches individuelles à l'école primaire, pratique d'enseignement des mathématiques très répandue, ne lui convenaient pas, dit-elle ; on pourrait sans doute nuancer en relevant que c'est plutôt la forme de leur enseignement, assez brutale d'après ce qu'elle en dit, qui ne lui convenait pas. Son regard a changé de manière positive sur les mathématiques, parce que la forme de cet enseignement a changé (« M. C. prend le temps, il n'y a pas de compétition »). Elle habite près de l'établissement et dit s'être bien intégrée au collège : elle a beaucoup d'amis. Les conditions C sous lesquelles elle étudie peuvent sont donc être considérées comme favorables.

Un noyau cognitif peut être identifié dans lequel on trouve Amira, occupant une position d'élève au sein de l'institution formée d'elle et de son père, l'objet O *(*aires, périmètres et conversions) et le père d'Amira en tant qu'instance évaluatrice. On a donc : $\tilde{n} = (Amira, O, I, p_E, père\ d'Amira)$ où $I = \{Amira ; Père\ d'Amira\}$. Le père d'Amira accomplit des gestes Δ qui amènent à une situation didactique ; on a pour Δ : prendre connaissance des exercices 1 et 2 à réviser et indiqués comme étant à réviser par le professeur, sélectionner certaines informations.

De l'exercice 1, le père d'Amira retient le type de tâches « convertir des unités d'aires dans une somme. » Par exemple : 51 dam^2 + 63 m^2 + 7 dm^2 + 26 cm^2. Il construit des exercices engageant le même type de tâches. Pour le premier de ces exercices, il donne à résoudre à Amira un exercice portant sur une maison contenant des pièces dont il faut trouver l'aire totale.

E : Convertir et calculer des aires et périmètres de figures. Une maison avec des pièces où il fallait trouver l'aire de la maison. //Il a fait un copié collé de l'exercice 2. //L'exo 1 mon père m'avait fait le même et le numéro 2 c'est le copié collé de la leçon.

Pour le deuxième des exercices, il s'agit de quatre polygones (carré, rectangle, triangle et disque) dont il faut trouver l'aire et le périmètre. On aboutit à une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, C, père\ d'Amira, \Delta)$.

Un deuxième noyau cognitif est présent chez Amira, à partir d'une situation d'étude autonome $\widetilde{n'} = (Amira, O, (Amira, p_E), Amira)$. Dans ce cas, Amira joue le rôle d'instance évaluatrice. Dans son noyau cognitif, elle évalue ce qu'elle sait faire et ne sait pas faire.

Amira a l'habitude de s'évaluer et elle s'énerve quand je lui pose la question de savoir comment sait-elle si elle a compris ou non.

> E : J'ai regardé les exercices de M C. ceux pour lesquels j'ai des points faibles.
> ***Sur un ton de colère***
> Je sais très bien ce que je sais faire et ce que je ne sais pas faire !

Au noyau $\widetilde{n'}$ on associe une situation possiblement didactique $ς' = (\widetilde{n'}, C, Amira, \Delta')$. On peut décrire les gestes Δ' de la manière suivante :

- Amira lit trois fois la leçon
- Elle ferme les yeux pour la visualiser
- Elle prend une feuille de brouillon ; elle récite ; elle cache, puis regarde pour vérifier si ce qu'elle a écrit est juste ou non
- Elle invente des histoires pour mémoriser : une princesse, un prince charmant, une fourmi qui tourne autour du rectangle pour le périmètre
- Elle refait aussi les exercices pour lesquels elle s'est évaluée « ne sait pas faire ».
- Lorsqu'elle « ne sait pas faire », elle va rechercher dans son cahier des « exercices d'avant » pour lui « donner le chemin ».

5.5.5.11 Les erreurs d'Amira au contrôle (14,3/20)

Amira commet deux erreurs de conversions dans l'exercice 1. Elle confond dam^2 et dm^2 et pour changer d'unité, elle multiplie par 10 au lieu de multiplier 100. Elle confond aussi les unités cm et cm^2. Elle se trompe dans les calculs de l'aire et du périmètre du disque. Pour le périmètre d'un cercle, elle ne parvient pas à utiliser la formule. Elle écrit 4 × 3,1 au lieu de multiplier par deux le rayon. Pour l'aire du disque, elle utilise correctement la formule mais commet la confusion classique du double avec le carré : 4 × 4 = 8.

Equipement praxéologique en position d'élève d'Amira

Amira possède une bonne maîtrise des praxéologies relatives à T_{5C} ; T_{5R} ; T_{5T} ; T_{6C} ; T_{6R} (calculer des aires et périmètres de carrés, rectangles, de triangles). Par contre son rapport aux organisations mathématiques liées au disque pose problème : T_{6D} calculer l'aire d'un disque et T_{5D} calculer le périmètre d'un cercle. Enfin son rapport à la technique de conversion des unités (type de tâches T_8) est erroné.

5.5.5.12 Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Amira (14,3/20)

Amira est une élève qui prend à cœur son investissement dans la scolarité. Elle passe du temps à réviser (pendant trois heures) le contrôle de mathématiques. Son père est lui-aussi très investi en tant qu'aide à l'étude d'Amira. Il fait faire à sa fille des exercices similaires en changeant la valeur des variables didactiques. Le papa fait des « copié collé » des exercices réalisés en classe. Il n'utilise que les ressources de la classe. Amira possède

des techniques d'étude très personnelles : elle invente des histoires autour des exercices de mathématiques (une princesse dans un lac qui doit calculer une aire). Elle utilise son imagination, elle crée des jeux pour elle-même. Elle n'aimait pas les mathématiques avant la sixième. Son regard a désormais changé. La technique d'étude à l'école primaire qui consistait à remplir des fiches individuellement ne lui convenait pas. On peut penser qu'elle avait besoin de moments plus collectifs. Elle sait faire la distinction entre ce qu'il y a à réviser et le reste. Elle recherche l'économie dans l'apprentissage : elle apprend la formule du rectangle mais pas celle du carré, en considérant le rectangle comme un cas général du carré, rectangle qu'elle nomme le « carré allongé ». Amira confond les préfixes déci et déca. Elle peine sur les conversions, et sur les formules d'aire et de périmètre du disque. Elle ne conserve pas les unités dans les calculs ; sans doute des restes d'une pratique venue de l'école primaire. Amira s'est construit une représentation des aires. Elle a établi un rapport aux raisons d'être et à la dimension technologique : par exemple, elle imagine une fourmi qui marche sur le rectangle pour calculer son périmètre.

Ci-dessous, le tableau récapitulatif des types de tâches travaillés par Amira.

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	OUI	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	OUI	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.5.13 Les œuvres du milieu d'étude de Marvyn (12,6/20)

Le milieu d'étude de Marvyn est restreint. Il ne contient guère que O_{1A}.
- $\boldsymbol{O_{1A}}$: Marvyn a révisé la formule pour l'aire du disque.

> E : J'ai juste révisé le disque de la leçon, pas le reste.
> C : Tu as fait des exercices sur le disque ?
> E : Non.

De manière générale, il révise les leçons, les exercices dans son cahier actuel et celui de l'année dernière.

5.5.5.14 Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Marvyn et situations possiblement didactiques

Les conditions d'étude de Marvyn sont assez favorables. Il connaît tout le monde au collège. Il fait du basket. Ses trajets pour venir au collège sont courts. Marvyn est un garçon sûr de lui. Il dit ne pas réviser lorsqu'il connaît déjà les réponses, notamment les tâches anciennement étudiées. Le noyau cognitif qui existe pour lui, à partir du discours qu'il nous tient peut être le suivant : $\tilde{n} = (Marvyn, O, (Marvyn\ , p_E), Marvyn)$

Marvyn étudie seul. Il est sa propre institution dans laquelle il occupe bien évidemment la position d'élève. Mais il occupe aussi celle d'instance évaluatrice, ce qui lui permet de déclarer : « j'ai pas trop compris le pi ». Il évalue aussi quelles sont les tâches nouvelles par rapport à celles qu'il considère routinières. Sa rencontre avec son ignorance sur l'aire du disque va donc le pousser à réviser ce point faible. Il effectue pour cela un geste δ qui consiste à apprendre par cœur la formule de l'aire disque. *A posteriori* et sur ce point, la situation dans laquelle il se trouve est du type iso-didactique ς = $(\tilde{n}, C, Marvyn\ , \delta)$: son rapport à ce type de tâches n'a pas évolué puisqu'il ne sait toujours pas calculer l'aire du disque lors du contrôle. On peut penser que le tableau issu de la leçon n'agit pas pour lui comme un média qui l'informe ; peut-être parce que la formule de l'aire du disque n'est pas exemplifiée.

5.5.5.15 Les erreurs de Marvyn au contrôle (12,6/20)

Marvyn se trompe dans les conversions : il divise par 10 au lieu de 100 pour passer des dm^2 au m^2. Il ne fait pas la différence entre m et m^2.

> E : Ben si ! 150 dm = 15m et 0,2 dam = 0,20 m.
> C : Mais ici ce ne sont pas des mètres mais des mètres carrés. Est-ce pareil ?
> E : Ah bon.

Plusieurs fois dans le contrôle il utilise des cm^2 au lieu de cm et inversement. Il écrit : 150 dm^2 = 15 m. Il complète par un zéro le nombre 0,2 pour convertir 0,2 dam^2 en m^2, ce qui lui fait écrire 0,20.

- Comme beaucoup d'élèves de ce niveau, il enchaîne l'écriture d'égalités : 15 + 15 = 30 + 8 = 38 + 12 = 50 + 0,20 = 50,20
- Il se trompe et intervertit l'aire du disque et le périmètre du cercle
- Il utilise la formule du périmètre du rectangle pour le périmètre du triangle : pour un triangle rectangle de cathètes 8cm et 6cm, il écrit pour son périmètre $(8\ cm + 6\ cm)\ \times\ 2$.

Equipement praxéologique de Marvyn en position d'élève

Marvyn utilise une technique de conversion erronée. Son rapport aux nombres décimaux pose problème. Il ne reconnaît pas 0,2 et 0,20 comme deux nombres égaux. Les unités cm^2 et cm appartiennent à l'univers objectal de Marvyn, mais sans doute pas à un univers praxéologique car il ne semble pas les distinguer : le rapport à laurs raisons d'être n'apparaît pas convenablement établi.

Deux formules du périmètre du rectangle figurent dans la leçon : $P = a + b + a + b$ et $P = (a + b) \times 2$. Marvyn sait à quoi correspondent a et b puisqu'il réécrit ces formules en changeant les lettres *a* en *L* et *b* en *l*. Par contre il identifie la première formule comme étant celle du rectangle et la deuxième comme étant celle du triangle. Une règle classique du contrat didactique stipule qu'à un objet ne peut être associé qu'une seule formule. ; ce qui n'est pas le cas ici. Mais Marvyn ne peut contrôler la validité de ces deux formules à partir des éléments technologiques qu'il apprend.

Il ne maîtrise pas les praxéologies relatives aux types de tâches T_{5D} et T_{6D} concernant les calculs du périmètre et de l'aire du disque. Son rapport personnel s'arrête à la connaissance d'une formule, « R × R × π », dont il ne sait à quel objet aire ou périmètre elle correspond. Il apprend par cœur la formule « R × R × π ». Il a révisé une leçon de laquelle sont absents des exemples, et n'a pas refait d'exercice sur les aires et périmètres du disque. Aussi n'a-t-il pas pu confronter la conformité de son rapport personnel à cette technique avec celle attendue.

5.5.5.16 Techniques d'étude et rapport à l'étude de Marvyn (12,6/20)

Marvyn est un élève très sûr de lui. De son point de vue, il est plus facile d'apprendre une leçon que de faire des exercices. On peut identifier chez lui quelques traits de ses techniques d'étude autonome : il repère la frontière entre le nouveau et l'ancien pour des raisons économiques ; il ne révise pas les tâches anciennes qu'il considère comme étant acquises ; il cherche à amalgamer plusieurs types de tâches en une seule, par exemple, au lieu d'apprendre quatre formules de périmètres, il n'apprend que celle du cercle, cherchant à s'économiser :

> E : Pour trouver le périmètre, c'est simple tu fais plus sauf pi fois 2 fois rayon.

Il n'utilise pas les formules de la leçon qui constituent les techniques $\boldsymbol{\tau_{5C}}$ $\boldsymbol{\tau_{5R}}$ $\boldsymbol{\tau_{5T}}$ développées dans le système didactique principal, mais sa propre technique. Il distingue deux cas de figures pour calculer le périmètre d'une figure. Dans le premier cas : pour calculer le périmètre d'un polygone, on additionne toutes les longueurs (Technique $\boldsymbol{\tau_5}$).

Dans le deuxième cas : pour calculer le périmètre d'un cercle on utilise la formule « π × 2 × rayon » (technique τ_{5D}).

Sa technique d'étude est sans doute issue d'un rapport qui s'est construit à l'école primaire. En effet, comme il n'est pas capable d'expliquer les formules données par le professeur, l'élément technologique associé à la technique d'étude n'est pas à rechercher dans les mathématiques, mais dans le fait de « bien écouter en classe ». Cela lui permet d'ailleurs de réaliser une importante économie lorsqu'il a à étudier hors classe :

E : il faut écouter en classe, cela donne moins de travail à la maison.

Il ne prête pas attention à la précision et à l'exactitude des notations. Il considère « identique » les cm et les cm^2.

Le tableau récapitulatif des types de tâches travaillés par Marvyn est le suivant :

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	NON	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	NON	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	NON	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	NON	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	NON	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	NON	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	NON	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	NON	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

Marvyn apprend par cœur des technologies (formules du périmètre et de l'aire du disque) sans pour autant travailler les types de tâches et les organisations mathématiques associées.

5.5.5.17 Les œuvres du milieu d'étude de Déborah (5,2/20)

Le milieu $M_{Déborah}$ d'étude contient $\{\boldsymbol{O_{1A}}; \boldsymbol{O_{14}}; \boldsymbol{O_5}; \boldsymbol{O_6}\}$

- $\boldsymbol{O_{1A}}$ et $\boldsymbol{O_{14}}$

Déborah apprend par cœur le tableau synthétique des formules de la leçon (œuvre $\boldsymbol{O_{1A}}$). Le mot « formule » fait partie de son milieu d'étude, mais ce mot n'est pour elle qu'associé aux formules de périmètres. Elle apprend les formules indépendamment des figures, et dans l'ordre, colonne après colonne – toutes les formules de périmètres ensemble, et

toutes les formules d'aires ensemble –, au lieu de les apprendre ligne par ligne, c'est-à-dire en associant périmètre et aire pour chacun des objets géométriques considérés.

- O_5 et O_6

Les conversations avec sa seule amie font partie du milieu. Celle-ci intervient comme aide à l'étude (œuvre O_5).

5.5.5.18 Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Déborah et situations possiblement didactiques

Déborah n'a qu'une seule amie. Les trajets sont courts pour venir au collège. Son père la dépose devant l'établissement. Elle apprécie la cantine. Déborah ne se souvient pas que le professeur ait prévenu la classe d'un contrôle. Elle ne sait pas sur quelles notions va porter ce devoir surveillé. Personne n'aide Déborah à la maison. On trouve chez Déborah un noyau cognitif en situation d'étude autonome que l'on peut décrire ainsi : $\tilde{n} = (Déborah, O, (Déborah, p_E), Déborah)$. Déborah forme une institution à elle seule dans laquelle elle occupe une position d'élève et joue aussi le rôle de sa propre instance évaluatrice : elle dit considérer que **tous** les exercices sont difficiles.

> E : J'ai essayé de réviser mais j'étais stressée, c'est dur pour moi. Tous les exos sont durs. *Elle insiste sur le tous.*

Déborah accomplit le geste δ formant, avec le noyau cognitif, une situation clairement anti-didactique $ς = (\tilde{n}, C, Déborah, \delta)$. δpeut se laisser décrire ainsi : pendant deux heures, elle apprend par cœur, colonne par colonne, mot par mot, puis par phrase entière. Elle n'a pas compris que le tableau devait s'étudier en ligne et non par colonne. Elle « récite » donc sur un brouillon, et dans un « tableau maison », les noms de toutes les figures du tableau, puis dessine toutes les figures à main levée, puis écrit toutes les formules de périmètres puis toutes les formules d'aires.

5.5.5.19 Les erreurs de Déborah au contrôle (5,2/20)

La copie de Déborah contient de nombreuses absences de réponses. Elle répond aux questions portant sur l'aire du rectangle, du carré et du triangle, mais de manière erronée. Elle confond aire et périmètre. Le professeur affecte cependant des points aux réponses justes qu'elle a indiquées, comme si elles avaient été écrites au bon emplacement. Elle répond à l'exercice 3 et trouve 13 410 cm. Elle confond aussi les unités, cm^2 et cm.

Equipement praxéologique en position d'élève de Déborah

Déborah utilise une technique personnelle erronée : elle additionne toutes les longueurs. Déborah a associé cette technique au calcul d'aire au lieu du calcul du périmètre. On peut penser que cette technique provient des discussions avec son amie, qui est une aide à

l'étude précieuse. Son équipement cognitif contient des objets tel que le nombre π, qu'elle nomme le « signal Pi », mais auquel elle n'associe aucun rapport pratique.

> E : Je sais aussi que le signal Pi c'est 3,14 et si tu l'arrondis c'est pas le même nombre.
> C : C'est-à-dire ?
> E : Oui c'est mon amie qui me l'a dit. Des fois c'est 3,1 et des fois c'est 3,5.

Déborah a établi un rapport curieux aux notions d'aire et de périmètre : de manière métaphorique elle associe l'aire à un coloriage et le périmètre à une fourmi qui « traverse » un rectangle. Le professeur a en effet évoqué en classe l'image de la fourmi qui marche sur le pourtour de la figure afin d'aider les élèves à appréhender la notion de périmètre. Pour Déborah, l'image associée cette métaphore s'est transformée en « une traversée » du rectangle. Elle a de plus un rapport erroné aux formules. Pour elle, les formules de périmètres sont des formules mais celles des aires, non.

> E : Oui les formules puis les aires.
> C : Qu'est-ce que tu appelles formule ?
> E : La deuxième colonne.
> C : Et là c'est pas des formules ?
> E : Ben non, c'est les aires !

Dans son équipement cognitif, on trouve aussi des objets tels que « 20 sur 27 » qui signifie la note « 13 points sur 20 » et qu'elle apprend par cœur.

5.5.5. 20 Techniques d'étude et rapport à l'étude de Déborah (5,2/20)

Déborah est une élève très faible. Elle relève d'une classe de SEGPA ; cette orientation a été proposée à ses parents qui l'ont refusée. Elle ne bénéficie d'aucun accompagnement à la maison. Son amie, sur laquelle elle peut compter, est sa seule véritable aide à l'étude. Son rapport aux mathématiques ne lui permet pas d'appréhender les raisons d'être des savoirs. Pour elle les lettres dont on se sert en mathématiques servent, comme en français, à écrire des phrases ; ce qui explique ses difficultés pour l'établissement de son rapport aux formules de périmètre et d'aire ; notions qu'elle confond. Son rapport à la notion de périmètre se rattache à des éléments très éloignés de la métaphore utilisée par son professeur : alors que son professeur parlait d'une fourmi qui parcourt les côtés, pour Déborah la métaphore devient celle « d'une fourmi qui traverse le rectangle ». Elle confond les mots « signe » et « signal » et parle du signal Pi. Son vocabulaire est restreint.

Des différences culturelles et sociales sont perceptibles. Déborah n'attache pas une importance à l'exactitude associée à un mot ou un verbe. Elle ne sait pas, par avance, sur quoi portera le contrôle alors que tous les élèves de la classe le savent. Elle sait uniquement qu'il faut « regarder la leçon » ; aussi elle n'utilise que le cahier de leçon pour réviser, et elle y passe des heures. Elle exprime sa grande détresse en mathématiques : « pour moi, tous les exercices sont durs » en insistant sur le « tous ». Elle a rempli son contrat d'élève en apprenant ce qu'il y avait à connaître, mais elle a appris le tableau synthétique des aires et périmètres en colonne au lieu de l'apprendre en ligne. Elle a certainement rencontré des tableaux dans un autre contexte. Elle en a inféré une lecture en colonnes. Elle n'a pas relié la figure à chacune des deux formules qui la concernent : l'aire et le périmètre. Dans son univers cognitif, le nombre π est parfois égal à 3,1 et parfois à 3,5. Il semble vide d'ingrédients technologiques : elle apprend par cœur des phrases, des formules. Elle ne s'attendait pas aux exercices du contrôle. Déborah souhaite montrer qu'elle est capable d'y arriver toute seule : elle a déjà obtenu une note de 20 sur 27.

Ci-dessous, le tableau récapitulatif des types de tâches travaillés par Déborah

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	NON	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	NON	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	NON	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	NON	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	NON	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	NON	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	NON	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	NON	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

Aucun de ces types de tâches n'a été travaillé par Déborah.

5.5.5.21 Les œuvres du milieu d'étude de Jade (7/20)

Le milieu d'étude M_{Jade} est restreint. Il contient O_3 et les conversations avec sa sœur O_5.

- $\boldsymbol{O_3}$: Elle travaille l'exercice 2, relatif aux calculs d'aires, et indiqué par le professeur comme étant à réviser.

- $\boldsymbol{O_5}$: Jade discute avec sa sœur qui est en classe de troisième et qui intervient comme une aide à l'étude. Sa sœur invente des exercices et elle les donne à travailler à Jade. Elle

s'inspire d'un exercice fait en classe (œuvre O_3) dans lequel on trouve les types de tâches T_{6C} ; T_{5C} ; T_{6R} ; T_{5R} ; T_{6T} ; T_{5T} ; T_{6D} et T_{5D} (calculer l'aire et le périmètre d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle rectangle, et d'un disque).

5.5.5.22 Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Jade et situations possiblement didactiques

Jade s'est bien intégrée au collège. Sa mère l'y amène et elle a beaucoup d'amis. Ses conditions d'étude sont favorables. Deux noyaux cognitifs peuvent être identifiés :

- Un noyau cognitif en situation d'étude autonome $\tilde{n} = (Jade, O, (Jade\ , p_E), Jade)$

Jade accomplit le geste δ suivant : elle lit plusieurs fois sa leçon et écrit les formules qu'elle récite. Cela permet d'envisager une situation possiblement didactique pour elle : ς = ($\tilde{n}, C$, $Jade, \delta$). Dans $\tilde{n}$, on remarque occupe aussi une fonction d'évaluatrice : elle juge si elle connaît ou non les formules.

- Un noyau faisant intervenir l'institution $I = \{Jade, soeur\ de\ Jade\}$ et qu'on peut noter : $\widetilde{n'} = (Jade, O, I, p_E, Soeur\ de\ Jade)$. Cela donne aboutit à une situation anti-didactique, comme on va le voir dans les lignes qui suivent. En effet la situation nouvelle créée peut se laisser noter ς'=$\left(\widetilde{n'}, C, Soeur\ de\ Jade\ , \delta'\right)$, où δ' peut être décrit ainsi : la sœur de Jade invente un exercice du même type que celui indiqué par le professeur. Elle corrige Jade et lui met une note. Mais son aide consiste à fournir à Jade des métaphores très étranges et éloignées des concepts d'aire et de périmètre. Elles sont insuffisantes, voire à l'opposé de la possibilité pour Jade d'établir des rapports idoines à des organisations mathématiques solides. Les technologies qu'elle utilise, les formules, à partir desquelles est établi le rapport de Jade aux aires et périmètres en suivant les

> E : Ma sœur m'aide. Elle me note.
> C : C'est-à-dire ?
> E : Elle fait des figures et elle écrit P= et A= et elle me met une note.
> C : Quelles figures a-t-elle fait ? Tu te souviens ?
> E : Elle a refait entièrement les 4 figures.//
> C : Quels conseils ? Tu peux me raconter ?
> E : Elle me raconte des histoires pour apprendre. Le périmètre tu imagines une limace qui veut aller manger la salade et qui fait le tour de la figure. Et l'aire c'est le hamburger, tu manges ce qu'il y a dedans.

indications de sa sœur sont fausses.

La sœur de Jade occupe la position de professeur de manière claire. Elle lui donne des exercices et lui met une note. Etant donné le résultat au contrôle de Jade on peut supposer que l'aide à l'étude n'a pas su corriger convenablement les erreurs de Jade.

5.5.5.23 Les erreurs de Jade au contrôle (7/20)

Jade confond les unités cm et cm^2. Elle ne maîtrise pas la technique qui consiste à convertir les unités d'aire. Elle oublie les parenthèses dans le calcul (5 cm + 3 cm) × 2. La formule de l'aire du rectangle est erronée : L × l × 2. Les formules d'aire et de périmètre du carré le sont tout autant. Pour l'aire elle utilise la formule c × 4 et pour le périmètre c × 3. Pour l'aire du triangle rectangle de cathètes *a* et *b* elle utilise la relation $a \times b \div a$. Elle utilise indistinctement la même formule 2 × π × R pour l'aire et le périmètre du disque. Elle se trompe dans la conversion des unités de longueurs.

Equipement praxéologique en position d'élève de Jade

Jade utilise des formules erronées. L'organisation mathématique à laquelle elle a établi un rapport comporte des formules fausses et donc des éléments technologiques erronés. Par conséquent, les techniques qui en découlent sont fausses à leur tour. Lorsque les données lui apparaissent surabondantes, trois données au lieu de deux, elle ne sait pas lesquelles choisir. Elle ne parvient pas à identifier ce que chaque valeur représente.

5.5.5.24 Techniques d'étude et rapport à l'étude de Jade

Jade ne parvient pas à évaluer ce que représente une unité d'aire comme le mètre carré : elle ne parvient pas à se faire une idée de la grandeur d'une surface de 350 m^2, à savoir si cela est grand ou petit. Jade confond les unités décamètre et décimètre. Sa sœur qui est en classe de troisième l'aide, mais cela ne l'empêche pas de confondre carré elle aire et périmètre du carré. Jade utilise les trois nombres de l'énoncé, même si l'un d'eux est inutile. Jade ne tient pas compte d'éventuelles rétroactions et applique des formules sans essayer de les relier au bloc technologico-théorique. En effet, elle a recours à une technique de contrôle erronée, basée sur des technologies fausses : le périmètre est systématiquement associé à une addition et les aires à des produits, ce qui lui permet d'écrire L × l × 2 pour l'aire du rectangle, et à penser que (L + l) × 2 ne peut représenter un périmètre. Elle ne tient pas compte de la valeur des termes et des facteurs, utilisant par exemple $a \times b \div a$ pour calculer l'aire d'un triangle rectangle de côtés de l'angle droit *a* et *b*.

Le tableau ci-dessous récapitule les types de tâches travaillés par Jade en comparaison avec celles présentes dans le contrôle.

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5C} Calculer le périmètre d'un carré	OUI	OUI
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6C} Calculer l'aire d'un carré	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI

T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.6 Conclusions sur les techniques d'étude des élèves de y_1 lors de la première année

Il est frappant de constater, à l'encontre d'une opinion qui voudrait que les parents d'élèves de REP se désengagent du suivi du travail de leurs enfants, que tous les élèves interrogés, sauf Déborah, sont accompagnés dans leur travail à la maison en mathématiques par leurs familles. Ce constat converge vers nos résultats statistiques : 70 % d'aide familiale en milieu REP dans notre échantillon. La famille et l'élève forment une micro-institution dans laquelle le parent proche peut prendre une large place dans l'aide au travail personnel.

Le père d'Amira, par exemple, est très investi dans la scolarité de sa fille. Tout un réseau d'aide se met en place, comportant SMS, photographies pour récupérer les cours lorsqu'elle est malade. Sarah, qui est une bonne élève, demande à son frère de vérifier son travail fait à la maison. Pour Jade, c'est sa sœur qui la guide dans ses révisions et pour Déborah il s'agit de son amie. Ces aides à l'étude, les instances $\widehat{w}$, ne maîtrisent pas toujours les organisations mathématiques en jeu ; il en va de même au plan didactique et aussi ne produisent-elles pas toujours des gestes les plus efficaces renforçant la possibilité d'un apprentissage. Les situations créées sont le plus souvent isodidactiques, comme dans le cas de Marvyn, ou antididactiques comme c'est le cas pour Déborah et Jade.

Au cours de nos entretiens, on a pu relever que plus l'élève possède un bon niveau en mathématiques, plus il identifie de manière précise les organisations mathématiques qu'il a à étudier. C'est le cas des bons élèves Willane et Sarah, qui savent quels types de tâches réviser. Sarah analyse également les techniques utilisées en classe et les compare à celles précédemment apprises. Ainsi, pour accomplir T_7, Sarah a remarqué que la technique de conversion d'unités provenant de la classe était différente de celle qu'elle connaissait, le professeur n'utilisant pas de tableaux de conversion. Elle va chercher à combler ce déficit technique au centre social d'aide aux devoirs. Amira, élève moyenne, a bien identifié les différents types de tâches, comme par exemple « convertir des unités ». Elle apprend la formule du rectangle mais pas celle du carré, en considérant le type de tâches T_{6C} comme un sous-type de tâches de T_{6R} ; le carré est vu comme cas particulier du rectangle. A l'inverse, Déborah, élève faible, ne sait pas sur quoi porte le contrôle, elle sait uniquement qu'il s'agit de la leçon du jour. Elle est incapable d'identifier des types de tâches dans l'organisation de ses révisions.

Si on récapitule le nombre de types de tâches travaillés au cours de l'étude personnelle en les comparant aux types de tâches du contrôle, on s'aperçoit que les élèves moyens et faibles, Marvyn et Déborah, n'ont pas travaillé de types de tâches attendus au contrôle. Inversement, les bons élèves, Willane, Sarah, et Amira ont repéré et travaillé les types de tâches qui sont présents lors du contrôle.

Elève	Rapport entre le nombre de types de tâches travaillés et le nombre de types de tâches du contrôle
Willane	8/10
Sarah	10/10
Amira	10/10
Marvyn	0/10
Déborah	0/10
Jade	8/10

On constate que Jade s'est donnée l'occasion de rencontrer les types de tâches. Elle a travaillé 80 % des types de tâches du contrôle. Cependant elle développe un rapport personnel aux techniques et aux technologies grandement erroné, s'appuyant sur des histoires de limaces qui mangent de la salade. Le problème qu'elle rencontre ne se situe pas au niveau des types de tâches mais plutôt à celui de la technologie. A partir des entretiens, on peut relever que les élèves faibles, contrairement aux bons élèves, n'établissent pas ou n'établissent que faiblement un rapport à la dimension technologique et aux raisons d'être des savoirs.

Par exemple Sarah, bonne élève, sait que les aires et périmètres servent à « calculer des maisons ». Amira, élève moyenne, a elle-aussi accès aux raisons d'être des aires et périmètres. Elle s'est forgée un rapport personnel aux aires, à partir d'histoires de princesses et de princes charmants. La mère de Marvyn, qui est professeur des écoles, permet à son fils d'accéder au niveau technologico-théorique pour calculer l'aire d'un triangle rectangle. Il justifie en effet la formule de son aire en s'appuyant sur le fait que tout triangle rectangle est un demi-rectangle.

Déborah, quant à elle, n'associe pas aux technologies un rôle explicatif et de justification. Pour elle, lorsqu'il y a des lettres en mathématiques… c'est pour écrire des phrases. Le recours à des lettres dans les formules mathématiques ne fait pas partie de son équipement cognitif. Elle confond l'aire et le périmètre. Elle confond aussi le mot « signal » et le mot « signe » : elle parle du « signal Pi ». Son vocabulaire est restreint. Pour

Jade, les formules comme $2\pi R$ ou πR^2 sont mystérieuses bien que sa sœur, en classe de troisième, l'aide. Elle fait appel à des métaphores tout à fait personnelles, uniques et fausses : elle compare le périmètre à « une limace qui vient manger la salade » et l'aire à un « hamburger ». Pour le carré, elle confond les formules d'aire et de périmètre et les formules qu'elle utilise sont soit fausses, soit ne sont pas associées aux bonnes figures. Dans les exercices, appliquant à la lettre et sans regard critique l'un des termes du contrat didactique auquel elle a adhéré, lorsque les données sont en surnombre, elle les utilise cependant toutes : par exemple, elle calcule avec les longueurs des trois côtés l'aire d'un triangle.

Le rapport des élèves faibles aux fonctions assignées aux technologies est grandement déficitaire : pour ce rapport les technologies ne permettent pas d'opérer un contrôle sur les techniques. Les élèves faibles appliquent avec plus ou moins de bonheur des formules apprises par cœur en pensant avoir ainsi respecté la part du contrat didactique dont la responsabilité leur incombe. C'est ainsi que Déborah apprend le tableau de la leçon en colonne au lieu de l'apprendre en ligne. Les éléments appris ne font pas sens, ce qui la conduit à l'établissement d'un rapport personnel très éloigné du rapport institutionnellement attendu. C'est encore le cas pour Jade chez qui « périmètre » ne peut être associé qu'à « additions » et « aire » à « produit ». Jade ne peut guère alors que recourir à une technique de contrôle de type dichotomique et erronée : « si périmètre alors addition » et « si aire alors multiplication ». Ce constat, établi à partir d'entretiens, rejoint le résultat statistique que nous avions précédemment trouvé : 62 % des très bons élèves vérifient leurs raisonnements, alors que seulement 32 %, des élèves faibles le font.

Chez Sarah, bonne élève, on observe une rétroaction forte à partir du milieu mathématique mis en place par y_1 durant le cours, qui lui permet de se donner une deuxième chance pour vérifier ce qu'elle sait ou ne sait pas faire. Le centre d'aide aux devoirs Alain Barjavel permet en effet à Sarah d'acquérir des techniques non disponibles en classe, engageant à la fois un travail technique et technologique. Déborah, quant à elle, est une élève très faible. Elle ne peut que solliciter sa seule amie pour vérifier l'adéquation de son rapport personnel à celui institutionnellement attendu. Chez elle, personne ne peut l'accompagner dans l'étude et la scolarité. Les élèves faibles ne se travaillent plus les exercices traités en classe, et à plus forte raison n'en font pas de nouveau, puisque cela nécessiterait d'avoir auparavant identifié les éléments technologiques se trouvant dans la leçon ainsi que leurs fonctions. Quant à Marvyn, d'un niveau moyen, c'est un élève très sûr de lui qui, suivant un principe d'économie dans l'étude, considère plus facile d'apprendre une leçon que de faire des exercices.

Si, dans l'institution formée de l'élève seul ou de l'élève et de son aide à l'étude, on examine les positions prises par les élèves dans le noyau cognitif et l'instance évaluatrice à l'intérieur de ce noyau, on s'aperçoit que les élèves occupent tous une position d'élève et que l'aide à l'étude – amie, sœur ou parent, quand elle existe – occupe la position du professeur et tient le rôle d'instance évaluatrice.

On peut cependant nuancer cette observation pour le cas de Sarah. En effet, son frère joue dans son noyau cognitif le rôle du professeur, en inventant des exercices que Sarah résout. Cependant Sarah lui indique ce qu'il doit écrire, la plaçant indirectement dans une position de direction de l'étude, propre au *topos* du professeur. Elle occupe ainsi la position p_p, par l'intermédiaire de son frère. Le tableau suivant permet de récapituler les positions occupées dans le noyau ainsi que l'instance évaluatrice.

Elève et son niveau en mathématiques	**Position dans le noyau cognitif lors du travail personnel**	**Instance évaluatrice dans le noyau cognitif lors du travail personnel**	**Institution**
Willane (Bon)	p_E	Mère de Willane et Willane	$\{Willane, mère\ de\ Willane\}$
Sarah (Bon)	p_E et p_P par procuration	Sarah et son frère	$\{Sarah, frère\ de\ Sarah\}$
Amira (Moyen)	p_E	Père d'Amira et Amira	$\{Amira, père\ d'Amira\}$
Marvyn (Moyen)	p_E	Marvyn	$\{Marvyn, mère\ de\ Marvyn\}$
Déborah (Faible)	p_E	Déborah	$\{Déborah\}$
Jade (Faible)	p_E	Sœur de Jade	$\{Jade, soeur\ de\ Jade\}$

5.5.7 Analyse des entretiens avec les élèves la deuxième année

Dans ce paragraphe, six élèves de sixième issus du même collège Jules Ferry que précédemment, et ayant le même professeur y_1, sont interrogés. Nous cherchons à mettre en évidence le milieu d'étude construit lors de leur travail personnel pour la révision du contrôle qui porte, comme pour les élèves de l'année précédente, sur les aires, les périmètres ainsi que les conversions d'unités de longueurs et d'aires. Comme précédemment deux entretiens ont eu lieu : un entretien ante-contrôle et un autre post-contrôle. Les entretiens ante-contrôle ont lieu un mardi matin, pendant le cours de mathématiques, dans une salle libre du même étage. Le contrôle a lieu le mardi suivant, soit une semaine après. Les élèves sont appelés un par un. Ils amènent leur cahier appelé par y_1 le cahier de bord, où se trouvent les exercices et les activités ainsi que leur porte-vues qui est le lieu dédié aux leçons dans l'organisation mise en place par le professeur y_1. Les entretiens post-contrôle ont lieu le jeudi suivant le mardi du contrôle. Le professeur n'ayant pas rendu les devoirs, je me charge donc de leur donner leurs copies. Dans l'échantillon interrogé :

- deux élèves sont de bon niveau : Enzo et Ismaël
- deux élèves sont de niveau moyen : Anaelle et Bohren
- deux élèves sont de niveau faible : Coline et Coralie

Notons que le professeur y_1 a précédemment indiqué, comme l'année précédente, un exercice comme étant à réviser (œuvre O_3). Les contrôles sont notés sur 17 points, note que j'ai ramenée sur 20, ce qui conduit à des notations au dixième. Rappelons que la deuxième année, la leçon comporte des exemples et des éléments du bloc technologico-théorique. Dans l'organisation mathématique, on trouve des types de tâches qui relèvent de la modélisation des grandeurs sans mesure. Les copies sont disponibles en annexe 21, le sujet en annexe 17 et les entretiens en annexe 23.

5.5.7.1.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Enzo (14,7/20)

Le milieu d'étude d'Enzo M_{Enzo} contient les œuvres {O_{11} ; O_{12} ; O_{13} ; O_{1A} ; O_{1B} ; O_{2B} ; O_9 ; O_{14} ; O_5 ; discussions avec sa mère}.

- O_{11} ; O_{12} ; O_{13} : Son milieu pour l'étude comprend les objets « aires », « périmètres » et « conversions », exprimé sans utiliser de verbes.

> C : ça porte sur quoi ?
> E : Sur les périmètres, aires et conversions.

Derrière ces mots, on ne sait pas si Enzo identifie des types de tâches, des techniques ou des technologies. Cependant, on peut supposer qu'il connaît, « en acte », la notion de type de tâches : il ne révise pas exactement les exercices indiqués par le professeur mais des exercices du même type, les exemples de la leçon.

- O_{1A} ; O_{1B} ; O_{2B} : La maman d'Enzo s'investit dans le suivi et l'aide au travail de son fils. Pour cela, elle lui pose des questions sur la leçon. Pour chacune des deux leçons à réviser, elle lui fait réciter les formules qui correspondent aux éléments technologiques : aire du rectangle, aire du triangle, périmètre du cercle**,** aire du disque ainsi qu'une remarque sur le périmètre qu'Enzo juge « importante ». Elle l'interroge aussi sur les ingrédients technologiques de la leçon « conversions de longueurs », multiples et sous-multiples du mètre, ainsi que sur les unités d'aires. Elle demande à Enzo de s'entraîner sur la partie « mise en application à la maison » donnée par le professeur, qui est constituée d'exercices de conversions d'unités de longueurs et d'aires.

- O_9 : La maman d'Enzo invente un exercice à partir des cahiers. Aucune trace d'addition d'unités n'étant visible dans le porte-vues, on suppose qu'elle a trouvé cette idée à partir de l'exercice O_4 dans le cahier d'exercices.

« 6,5 dm +5,2 cm = … essayer de mettre en mm.
4,5 km+6 dam= …en m
22 m +67 cm = en m »

- O_5 : Enzo discute avec ses camarades de mathématiques pour vérifier s'il a décrypté les mêmes éléments du contrat que les autres.

C : Est-ce que dans les couloirs ou dans le bus tu parles avec des copains de maths ?
E : Oui et non.
C : Dis-moi pourquoi oui et non.
E : Pour voir ce qu'on a appris. Pour voir si on apprend les mêmes choses.

Les leçons ainsi que les exemples, les discussions sont relatives à ce qui se fait au sein du système didactique principal. Elles sont la marque d'un assujettissement à l'institution « classe ». Alors que les œuvres O_{10} (exercice inventé) sont intégrées au milieu par l'intermédiaire de la maman d'Enzo.

5.5.7.1.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude d'Enzo et situations possiblement didactiques

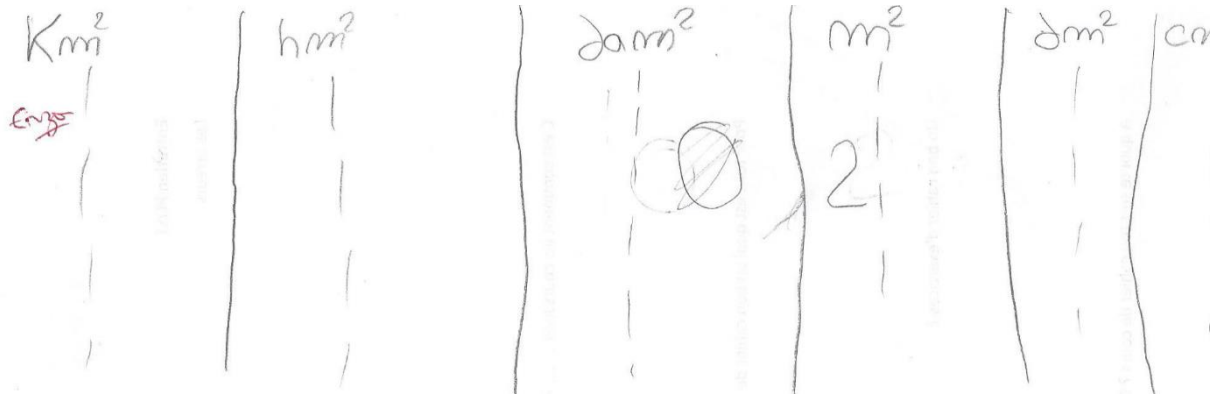
Les conditions d'étude d'Enzo sont favorables. Il s'est bien intégré au collège. Il y vient en bus, et son trajet est court. Il s'est fait beaucoup d'amis. La mère d'Enzo s'investit dans le suivi de la scolarité d'Enzo. Elle constitue une aide à l'étude qui lui est précieuse. On peut établir à partir des entretiens avec Enzo un noyau cognitif $\tilde{n} = (Enzo, O, (I\ , p_E), mère\ d'Enzo)$ où l'institution I est composée de $\{Enzo; mère\ d'Enzo\}$. La mère d'Enzo joue le rôle d'instance évaluatrice. On complète la description de ce noyau par la situation possiblement didactique qui le contient : ς =$(\tilde{n}, C, mère\ d'Enzo\ , \Delta)$ où la mère d'Enzo accomplit un ensemble de gestes Δ. La discussion avec Enzo permet de connaître en quoi consistent ces gestes Δ : la mère d'Enzo l'interroge sur les éléments

technologiques de la leçon et vérifie la conformité du rapport personnel établi par son fils à ces éléments. Elle invente pour cela un exercice du même type à partir du cahier d'exercices d'Enzo.

En outre, on reconnaît dans le milieu d'étude d'Enzo un noyau cognitif en situation d'étude autonome $\tilde{n}' = (Enzo, O, Enzo, p_E, Enzo)$ et une situation possiblement didactique ς' comportant ce noyau : ς'=$(\widetilde{n'}, C, Enzo, \delta)$. Enzo réalise le geste δ qui consiste à retravailler les exercices qui servent d'exemples dans la leçon : exercices O_{2A} et O_{2B} (calculs d'aires et de périmètres puis conversions d'unités).

5.5.7.1.c. Les erreurs d'Enzo au contrôle (14,7/20)

Enzo a fait une erreur de calcul dans la multiplication de 3,14 par 10. Il ne souvient pas de la règle de multiplication par 10 des nombres décimaux : il a posé l'opération au dos du contrôle. Il a aussi oublié d'écrire les unités dans l'exercice 3 (conversion en mètres) mais a correctement converti les unités de longueurs. Par contre, il s'est trompé dans les conversions d'unités d'aires. Son tableau de conversion contient bien deux colonnes par unité, mais il déplace la virgule lorsque la première colonne, celle de gauche, est atteinte à la place de celle de droite. Par exemple, il convertit 0,2 dam² en 2 m². Ci-dessous un extrait de son tableau de conversion des aires.



On peut penser qu'Enzo convertit des mesures d'aires de manière automatique, sans support technologique pour venir éclairer et vérifier la technique qu'il utilise.

Equipement praxéologique en position d'élève d'Enzo

L'univers praxéologique d'Enzo contient les praxéologies relatives aux types de tâches T_5, T_6, T_7, T_8. Pour T_8 (convertir des unités d'aires), Enzo recourt à une technique erronée, même s'il place convenablement le nombre à convertir dans le tableau de conversion. On peut penser qu'Enzo ne fait pas de lien entre la technique et la technologie pour cette organisation mathématique. Pourtant Enzo dit avoir bien révisé les ingrédients technologiques relatifs à cette technique : sa mère lui a fait réciter « 1 m² = 100 dm² » et Enzo a travaillé les exercices de « mise en application à la maison » (œuvre O_{2B}). La

question qui se pose est celle de savoir pourquoi la « leçon-média » qui a pourtant été révisée par Enzo n'a pas joué le rôle de « leçon-milieu » dont la rétroaction lui aurait permis de lui renvoyer une information d'erreur. On peut envisager les hypothèses suivantes :

- Premièrement la maman d'Enzo ne fait réciter que les éléments soulignés, $1\ m^2 = 100\ dm^2$. Or, la conversion demandée dans le contrôle est « $1\ dam^2 = 100\ m^2$ ». Le rapport d'Enzo à la conversion contient-il l'extension des exemples donnés à l'ensemble des tâches du même type, l'extension de cette relation aux autres unités d'aire ?
- Deuxièmement, dans la leçon, on ne trouve aucune trace d'un lien entre la dimension technologique qui la justifie et la technique de conversion. Ce lien a-t-il été enseigné ?
- Troisièmement, les « mises en application à la maison » contiennent des exemples sur des mesures qui sont exclusivement entières, et non pas décimales non entières. Il y a d'ailleurs eu rupture de contrat de la part du professeur dans la rédaction du texte des énoncés du contrôle qu'il a fait passer. La rencontre d'Enzo avec des mesures décimales n'avait peut-être pas eu lieu, ce qui lui a posé problème dans le placement de la virgule dans le tableau de conversion des aires lors du contrôle.

5.5.7.1.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Enzo (14,7/20)

Enzo cherche à différencier de manière précise ce qui doit être su et connu de ce qui n'est pas à l'être : il cherche ainsi à identifier les éléments du contrat qui sont à sa charge. Pour cela il n'hésite pas à demander à ses camarades s'ils « apprennent la même chose ». Enzo vérifie qu'il a établi un rapport aux éléments technologiques de la leçon, par l'intermédiaire d'un questionnement par sa maman. Les éléments interrogés sont ceux soulignés : mots, calculs. Il refait par écrit les exemples de la leçon et sa mère complète par des exercices supplémentaires qu'elle invente. Dans son rapport à l'étude, Enzo sait que certains éléments technologiques sont à connaître, comme les formules par exemple. Il sait aussi que la dimension technologique permet de comprendre les techniques. Il relie globalement techniques et technologies et sait d'expérience que les évaluations par le professeur ne portent que sur le rapport aux techniques, pas aux technologies. Ce qu'il exprime à sa manière :

E : On demande pas qu'on y fasse comme ça les exercices !

Son rapport à l'étude est inscrit dans un schéma de type COURS/EXERCICES. Il débute les moments de son étude personnelle par un moment technologico-théorique. Il est organisé par sa maman qui se pose en professeur et recourt pour cela à une forme d'ostension assumée. Il se poursuit par un moment de travail de la technique et de l'organisation

mathématique, les applications et exercices ; ce qui lui offre la possibilité d'un nouveau moment de première rencontre. Les exercices sur les conversions ne constituent cependant pas un moment de reprise de la technique lorsque la mesure est décimale non entière. Il a une vision ostensive de l'apprentissage, qui lui vient sans doute de l'organisation de l'étude pilotée par sa mère.

On récapitule dans le tableau ci-dessous les types de tâches qu'Enzo a travaillés lors de son étude personnelle.

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	OUI	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.7.2.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Ismaël (14,7/20)

Le milieu d'étude d'Ismaël, $M_{Ismaël}$, identifié à partir des œuvres considérées importantes au moment des entretiens contient : **O_{11} ; O_{12}; O_{13} O_{1A} ; O_{1B} ; O_{14} ; des raisons d'être pour les aires ; un répertoire personnel de mots ; O_5 et ses discussions avec un camarade.**

- O_{11} ; O_{12}; O_{13} : Ismaël a repéré les objets « aires », « périmètres » et « conversions » à réviser pour le contrôle.

> C : C'est un contrôle sur quoi ?
> E : Sur les aires et les périmètres et les conversions.

Bien qu'il n'utilise pas le verbe pour exprimer les révisions du contrôle, le rapport d'Ismaël à la notion de « type de tâches » n'est pas vide. Il déclare en effet un peu plus loin dans l'entretien :

C : Est-ce que tu pourrais ouvrir tes cahiers, ou ton porte-vues et me dire un exo qui va tomber à coup sûr, tu dirais c'est quoi ?
E : //Celui-là ! Pas le même, mais du même genre !

- O_{1A} ; O_{14} ; Raisons d'être des aires ; Répertoire personnel de mots
Il repère dans la leçon les formules d'aires (O_{14}) qu'il relit dans ses révisions pour le contrôle et qu'il considère comme importantes. Son milieu d'étude est constitué d'un bloc technologico-théorique conséquent.

- La partie leçon sur les aires et périmètres (sans les mises en application à la maison) : œuvre O_{1A} **et** O_{1B}

- Des raisons d'être pour la notion d'aire, externes aux mathématiques.

C : D'accord. Alors pourquoi selon toi, c'est le truc le plus important ?
E : Là parce que ça nous sert aussi dans la vie comme l'aire pour trouver et tout ça, quand tu fais des travaux.

- Il constitue au fur et à mesure et pour lui-même un répertoire de mots importants (« un petit classeur avec des phrases avec ça pour bien m'en souvenir lors du contrôle. »)

- Son milieu d'étude contient aussi un exercice réalisé chez un camarade, qui va d'ailleurs l'induire en erreur à propos des écritures d'égalités.

- O_5 (discussions avec un camarade) : Ismaël discute aussi de mathématiques avec ses camarades de classe, et plus particulièrement avec un ami avec qui il travaille régulièrement. Ces discussions n'ont cependant pas lieu avec le professeur.

5.5.7.2.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude d'Ismaël et situations possiblement didactiques

Les conditions *C* sous lesquelles Ismaël étudie sont favorables, bien qu'il soit, des élèves interrogés, celui qui possède le plus de trajet pour se rendre au collège : une heure de bus le matin. Il a beaucoup d'amis et s'est bien intégré au collège. Il travaille notamment avec un camarade dans sa classe, bon élève comme lui et qu'il connaît depuis l'école maternelle. Depuis leur entrée en sixième, ils ont constitué à eux deux ce petit groupe de travail. Mais son existence ne tient qu'à un fil : les horaires de travail du père d'Ismaël ne lui permettant pas d'aller chercher son fils à la sortie de la classe, Ismaël est gardé par les parents de son camarade chez qui il fait ses devoirs après l'école. Le binôme Ismaël et son camarade forment une institution.

Dans le milieu d'étude d'Ismaël on trouve donc un noyau cognitif constitué d'Ismaël lui–même, de O, de l'institution formée par le duo d'amis, occupant une position d'élèves p_E, et une instance évaluatrice formée des deux élèves qui s'évaluent l'un l'autre. Les deux élèves étant tous deux de bons élèves, on suppose qu'il existe une occupation réciproque des diverses fonctions, notamment dans le contrôle des connaissances de l'un et de l'autre. On a donc : $\tilde{n} = (Ismael, O, (I\ , p_E), binome\ d'amis)$ où l'institution I est composée de $\{Ismael\ ;\ ami\ d'Ismael\}$. A partir de ce noyau cognitif, se crée une situation possiblement didactique ς=$\left(\tilde{n}, C, ami\ d'Ismael\ ,\ {}_{\lambda}\delta\right)$.

L'ami d'Ismaël a produit un geste dérangeant ${}_{\lambda}\delta$, dans ce cas précis il l'est effectivement dans la mesure où il induit un rapport erroné à l'organisation mathématique. Il a partagé avec Ismaël son rapport sur la place des unités dans les calculs d'aires et de périmètres à propos d'un exercice donné par y_1 à travailler à la maison. On ne connaît pas exactement la nature des propos tenus avec cet ami. Lui a-t-il dit d'écrire les unités dans le calcul et le résultat, ou seulement dans le résultat ? En revanche on accède à ce qu'Ismaël en a compris.

E : Oui mais je comprends pas. Avec mon copain, on avait dit pourtant comme ça.
C : C'est-à-dire ? Tu peux m'expliquer ?
E : Ben… on avait fait un jour un exo ensemble et on avait parlé de ça et on avait dit c'est important les unités, faut les écrire.
C : Chez quel copain ? Celui chez qui tu vas le soir après l'école ?
E : oui, on avait fait nos devoirs et lui, il m'avait dit : faut écrire les unités à la fin.

Dans ce cas particulier, le geste δ aboutit à une situation anti-didactique. On imagine cependant que leur travail commun amène la plupart du temps à des situations didactiques.

Dans le milieu d'étude d'Ismaël on trouve aussi un noyau cognitif propre à une situation d'étude autonome : autrement dit, un noyau cognitif composé d'Ismaël, de O, d'Ismaël, en tant qu'institution, occupant la position d'élève p_E mais aussi en tant qu'instance évaluatrice. On a $\tilde{n}$ = (*Ismaël, O, (Ismaël, p_E), Ismaël).* A partir de ce noyau, la situation possiblement didactique est la suivante : ς = ($\tilde{n}$, C, Ismaël, Δ) où l'ensemble des gestes Δ d'Ismaël sont décrits ci-après :

E : Oui enfin…je m'arrête surtout sur les formules.
C : Comment ça « je m'arrête » ?
E : Ben… je vois les figures dans ma tête et je calcule. J'imagine la longueur, la largeur.

Ismaël lit la page de leçon O_{1A}, sélectionne certaines informations. Il s'arrête sur les formules et imagine les calculs qu'il peut faire. L'accompagnement de la lecture par la pensée nous montre qu'Ismaël parvient à faire le lien entre les formules et les exemples d'application de calculs d'aires. Il établit une relation entre le bloc technologique, les formules, et le bloc pratique constitué des types de tâches et techniques. Ce geste relève d'un moment de construction du bloc technologico-théorique : par exemple, pour pouvoir retenir la formule de l'aire du triangle, il convoque celle de l'aire du rectangle, qu'il divise par deux. La mémorisation de cette formule est ainsi réalisée grâce à la dimension technologique.

5.5.7.2.c. Les erreurs d'Ismaël au contrôle (14,7/20)

Ismaël a fait deux erreurs de calculs : la première dans la somme de l'exercice 3 où il écrit : 300 + 500 + 1200 + 610 = 3610, et la deuxième concerne le calcul 25 × 3,14. Il commence par effectuer 3,14 × 5 mais ne parvient pas au résultat. Remarquons que l'usage de la calculette était interdit durant le contrôle. Deux autres erreurs nous intéressent car concernant l'objet *O*.

Ismaël se trompe dans les conversions de 0,20 dam^2 et de 150 dm^2 en m^2. Il omet d'écrire l'unité dans le calcul mais la mentionne en fin de ligne, dans le résultat. Il écrit par exemple : 5 + 5 + 3 + 3 = 16 cm.

Equipement praxéologique en position d'élève d'Ismaël

Les praxéologies rattachées aux types de tâches T_5, T_6 (calculer le périmètre et l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque) et T_7 (convertir des unités de longueurs) semblent montrer un rapport conforme au rapport institutionnellement attendu. En revanche, son rapport personnel à l'écriture des unités n'y est pas conforme. Ce rapport s'est construit à partir d'une discussion d'Ismaël avec l'un de ses camarades de sa classe avec lequel il révise régulièrement, et qu'il juge « bon élève en mathématiques ».

Le rapport au type de tâches T_8 « convertir des unités d'aires », pose problème. Dans son équipement praxéologique, on retrouve en effet T_8, mais associée à une technique approximative. Dans son équipement cognitif vit le tableau de conversion « à deux colonnes », mais dans lequel il place mal les nombres. Par exemple pour 0,2 dam^2, il ne sait dans quelle colonne placer le chiffre zéro et le chiffre 2. Dans sa préparation au contrôle, Ismaël n'a pas revu les conversions d'unités.

5.5.7.2.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Ismaël (14,7/20)

Ismaël relit les leçons en sélectionnant des informations qui lui paraissent les plus importantes, dans ce cas les formules de périmètre et d'aire. Il se constitue aussi un répertoire de mots. Que ce soit pour dégager l'essentiel d'une leçon ou pour constituer un

répertoire de mots, toutes ces initiatives proviennent de son père. On perçoit ici un fort assujettissement familial. La lecture de la leçon par Ismaël aboutit pour lui à un tri d'informations : certaines d'entre elles sont de premier ordre alors que d'autres sont à placer au second plan. Il sait par exemple que certains ingrédients des organisations mathématiques sont à connaître par cœur : les formules par exemple. La lecture de la leçon s'accompagne d'une mise en relation avec le bloc pratico-technique.

Ismaël étudie aussi à partir de sa relation avec un camarade : ils se font mutuellement réciter les leçons et font des exercices ensemble, ce qui leur permet de partager des connaissances justes… mais aussi parfois fausses. Ismaël a conscience de l'importance de l'exactitude des mots ainsi que la précision des notations. Lors de l'entretien il se reprend lorsque son vocabulaire est imprécis : « l'aire d'un cercle, pour calculer le périmètre d'un cercle et l'aire d'un disque. » Il prend garde aux détails des notations.

On peut penser que ces phrases sont issues du discours du professeur.

E : A chaque fois le centimètre carré, le petit nombre c'est le nombre qu'il y a de colonnes dans le tableau. »

Dans l'équipement cognitif d'Ismaël on trouve une relation d'inclusion entre les « problèmes compliqués » et les « problèmes simples ». Les problèmes compliqués

C : Résoudre des problèmes compliqués c'est utile ou inutile ?
E : Bah c'est utile car ça nous apprend à travailler plus dur.
C : Résoudre des problèmes simples, utile ou pas utile en mathématiques ?
E : Ben inutile.
C : Pourquoi c'est inutile ?
E : parce que si tu fais des problèmes durs avant tu vas tout perdre dans les problèmes simples.

contiennent toujours des problèmes simples que l'on peut illustrer par l'expression « Qui peut le plus peut le moins » :

Pour Ismaël, si l'élève sait résoudre des problèmes complexes, il sait nécessairement résoudre des problèmes simples. Il sait qu'il faut parvenir à un certain niveau de connaissances mathématiques pour être performant, et il possède un rapport à l'apprentissage indexé sur le temps didactique. : il révise un peu chaque jour jusqu'à la date du contrôle. Il a aussi conscience que l'on n'étudie pas de la même façon en mathématiques et en histoire. Certains phénomènes d'apprentissage qui se produisent en histoire, ne se produisent pas en mathématiques.

E : J'apprends par cœur et des fois comme j'ai du stress et bah pendant le contrôle j'oublie tout. Parce que pour le contrôle d'histoire les définitions je les connais super bien, avec le stress j'oublie.

Le tableau ci-dessous permet de récapituler les types de tâches qu'Ismaël a travaillés lors de son étude personnelle.

Types de tâches	Lors du travail personnel	Dans le contrôle
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	OUI	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.7.3.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Anaelle (12,4/20)

Le milieu d'étude d'Anaelle, $M_{Anaelle}$, contient les œuvres suivantes : O_{11}, O_{12}, O_{13}, O_{2A}, O_{1A} et les discussions avec sa mère.

- O_{11}, O_{12}, O_{13} : Anaelle a bien identifié les objets « aires », « périmètres » et « conversions » à réviser. Elle les exprime sous la forme de substantifs, sans verbe.

- O_{2A} : Elle refait les exercices de la leçon impliquant les types de tâches T_7 et T_8

C : C'est sur quoi ce contrôle ?
E : les périmètres, les conversions et les aires.

- O_{1A} : Elle lit la leçon qui correspond aux dimensions technologiques de l'organisation mathématique. Sa mère n'est pas présente ce jour-là pour la faire réciter.

5.5.7.3.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude d'Anaelle et situations possiblement didactiques

Les conditions d'étude sont favorables pour Anaelle qui dit qu'elle comprend mieux cette année que l'année dernière. Elle passe 10 à 15 minutes pour son trajet jusqu'au

collège, et a beaucoup d'amis. Les parents d'Anaelle sont très investis dans la scolarité de leur fille. Ils achètent des cahiers pour qu'elle travaille et révise le français. Ils mettent en place toute une organisation lorsqu'elle est malade et n'a pu suivre les cours. Une amie lui envoie une photo de ce qui a été réalisé en classe et le père occupe alors la position de professeur au sein de l'institution familiale pour expliquer à sa fille le cours manqué.

> E : Je fais ça et euh c'est surtout quand j'étais malade c'était papa qui m'expliquait parce que j'étais pas là donc euh…
> Il y avait une copine qui m'envoyait en photo les cours et papa, il m'expliquait.

De plus, sa mère écrit des énoncés sur l'ordinateur pour faire réviser sa fille et pose des questions sur la leçon. L'ensemble de ces gestes constitue une situation possiblement didactique. Dans le milieu d'étude, on trouve un noyau cognitif formé d'Anaelle, de l'objet O, de l'institution $\{Anaelle,\ Mère\ d'Anaelle\}$ dans laquelle Anaelle occupe une position d'élève et sa mère une position de professeur. L'instance évaluatrice est constituée de sa maman qui vérifie si sa fille s'est ou non trompée. Cela conduit vers une situation possiblement didactique. Sa maman effectue l'ensemble des gestes suivants : elle fait réciter à Anaelle la leçon, puis elle écrit sur l'ordinateur des questions, les imprime et les donne à résoudre à Anaelle. Elle corrige les exercices avec Anaelle et fait refaire ce qu'elle ne sait pas faire. Les questions sont issues du porte-vues. Lorsque la maman d'Anaelle fait réciter la leçon, on y retrouve plutôt des définitions ou certaines des propriétés. Anaelle donne un exemple sur la somme :

> E : Par exemple j'apprends si on a un contrôle ou que je dois apprendre la leçon par exemple sur la somme, le résultat d'une addition quand maman me demande de réciter je lui dis la somme c'est le résultat de l'addition mais par exemple les exercices je les apprends pas par cœur.

On a $\tilde{n} = (Anaelle, O, (I\ , p_E), mère\ d'Anaelle)$ où l'institution I est composée de $\{Anaelle\ ; mère\ d'Anaelle\}$. A partir de ce noyau cognitif, se crée une situation possiblement didactique : ç=$(\tilde{n}, C, mère\ d'Anaelle, \Delta)$.

Pour préparer le contrôle de sa fille, la maman d'Anaelle qui est une aide précieuse à l'étude, n'a pas été présente. Anaelle relit lentement sa leçon (œuvre O_{1A}) et refait les exercices du porte-vues (œuvre O_{2A}). Elle est placée en situation d'étude autonome. On entrevoit qu'elle reproduit le modèle établi par sa mère : revoir le cours puis refaire les exercices, relevant d'un schéma COURS/EXERCICES. La mère d'Anaelle se pose en professeur usant d'une ostension assumée. En situation autonome, Anaelle occupe la position de l'instance évaluatrice mais n'accorde pas d'importance au moment de correction ; cela alors que lorsque sa maman est présente, elle lui fait refaire l'exercice jusqu'à ce qu'elle y parvienne. Anaelle ne mentionne aucune révision sur les conversions d'aires, ce qui aboutit sans doute à un manque sur ce point dans le milieu.

5.5.7.3.c. Les erreurs d'Anaelle au contrôle (12,4/20)

Anaelle a fait une erreur de calcul dans la multiplication de 3,14 par 25 effectuée sans le recours à la calculette. Elle a de plus oublié les parenthèses dans le calcul du périmètre du rectangle : une erreur d'écriture mais pas de raisonnement. Elle se trompe dans le calcul de l'aire du triangle : elle multiplie la base par la hauteur.

Equipement praxéologique en position d'élève d'Anaelle

Les rapports aux types de tâches T_5, calcul de périmètres (rectangle, triangle, cercle), T_{6R} et T_{6D} (calculer l'aire d'un rectangle et d'un disque), ainsi que pour T_7 (convertir des unités de longueurs), semblent stables et conformes au rapport institutionnellement attendu. En revanche les types de tâches T_{6T} (calculer l'aire d'un triangle) et T_8 (convertir des unités d'aires) sont associées à des techniques fausses. Pour calculer l'aire d'un triangle, Anaelle multiplie la base par la hauteur et ne divise pas par deux. Pour convertir des unités d'aires, elle utilise un tableau comportant une seule colonne par unité d'aire.

5.5.7.3.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Anaelle (12,4/20)

Anaelle est guidée par sa maman pour réviser et étudier les mathématiques. Sa mère joue le rôle de professeur, dans une vision ostensive de l'apprentissage. Elle fait d'abord réciter la leçon, le logos, puis elle lui fait faire des exercices d'application. On reconnaît en ce point le schéma d'étude COURS/EXERCICES. Lorsqu'on demande à Anaelle de donner des conseils à un chinois qui arriverait dans la classe, ses propos rejoignent cette perception de l'apprentissage, où les cours doivent être clairs et structurés. Il faut bien écouter le professeur qui montre les objets de savoirs.

E : Je lui dirais d'écouter ce qu'il dit.
C : ce qu'il dit... Euh le professeur tu veux dire ?
E : Oui.
//Enfin les leçons il nous les lit tout le temps avant de nous les donner et nous les explique.
E : //du coup il faut bien écouter. //Au début je savais pas beaucoup de choses sur les aires je comprenais pas bien mais après en relisant plusieurs fois les fiches et en écoutant bien ce qu'il disait je comprenais.

Anaelle reproduit un rapport générique à l'apprentissage qui va du simple vers le plus complexe, voire compliqué :

E : Par contre si on ne sait pas bien et qu'on comprend pas, ça sert à rien de les faire parce qu'on saura pas trop faire, il vaut mieux faire des faciles.

Anaelle a conscience de l'importance des technologies pour comprendre les techniques. Ce rapport provient du travail mené avec le papa d'Anaelle.

C : Apprendre par cœur les leçons en mathématiques, c'est utile ou inutile ?
E : bah c'est utile pour s'en souvenir mais quand on apprend par cœur on ne sait pas forcément ce que ça veut dire.// J'apprends pas comme une poésie j'apprends pas par cœur, j'apprends l'essentiel.//
E : Parce que moi et mon papa on trouve que ça sert à rien. On sait les faire mais on les apprend pas.

Anaelle sait qu'il faut au préalable évaluer son rapport personnel à l'objet mathématique considéré avant de commencer à réviser.

Dans les conseils pour étudier, elle propose deux pistes selon le niveau de l'élève.

E : Si on sait bien les maths …
Et si on ne sait pas bien et qu'on comprend pas, … »

On peut souligner un élément intéressant dans les propos d'Anaelle. Avec une amie qui n'est pas dans la même classe qu'elle, elle discute de mathématiques et en parle de manière gênée.

C : Est-ce que tu discutes de temps en temps, je sais pas, dans les couloirs, dans la cour avec tes copains de maths ?
E : Bah oui. Des fois je leur demande s'ils ont compris. J'ai une copine qui n'est pas dans la même classe, elle est pas dans la même classe mais ça dérange pas ?

Tout se passe comme si la parole du professeur dans la classe ne devait pas en sortir, comme s'il existait un interdit. Le professeur est vu comme un créateur didactique, car c'est lui, l'auteur de la transposition. Notons que nous avions déjà rencontré cette observation en REP : lorsqu'on demande comment l'élève travaille, on obtient la réponse :

E : je te dirais pas !

On entrevoit dans ses propos une certaine intimité didactique à ne pas dévoiler, qui s'est tissée entre Anaelle et sa camarade.

E : bah c'est pas qu'elle savait pas comment travailler, des fois on s'aide entre elle et moi. On se montre les cours aussi.

On récapitule dans le tableau ci-dessous les types de tâches qu'Anaelle a travaillés lors de son étude personnelle.

Types de tâches	Lors du travail personnel	Dans le contrôle
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	NON	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	NON	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle quelconque	NON	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	NON	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	NON	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	NON	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	NON	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	NON	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	OUI	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.7.4.a. Les œuvres du milieu d'étude de Bohren (10,6/20)

Le milieu d'étude de Bohren, M_{Bohren} contient : O_{12} ; O_{13} ; O_3 ; O_6 et la relation de travail avec sa mère et sa sœur.

- O_{12} ; O_{13} : Bohren repère les aires et les périmètres comme étant des objets à réviser. Il n'identifie pas l'intégralité des notions en jeu : il ne révise pas les conversions, le seul point sur lequel il fait des erreurs au contrôle. Il explique ce sur quoi porte le contrôle :

> E : C'est sur les périmètres et les différences. L'aire et les périmètres et les cercles et tout ça.

- O_3 ; O_6 : Il refait l'exercice indiqué par le professeur (O_3) sur les calculs d'aires et de périmètres sur un cahier de brouillon (O_6). Bohren ne révise pas les conversions d'unités ni pour ce qui concerne la leçon, ni en ce qui concerne l'exercice ; ce qui constituera un manque dans le milieu avec lequel il agit.

5.5.7.4.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Bohren et situations possiblement didactiques

Les conditions de l'étude de Bohren sont favorables. Il n'a que vingt minutes de transport en bus et s'est bien habitué au collège. La maman et la sœur de Bohren

possèdent un rapport aux types de tâches et aux techniques de la classe de sixième. Elles savent décrypter le contrat didactique à sa place. Elles constituent pour lui des aides à l'étude primordiales.

C : Comment elles prennent les exercices, sur ton cahier ? Sur un livre ? Comment elles font pour trouver les exercices ?
E : Ben ça dépend. Je leur donne d'abord ce que je dois faire et elles connaissent la plupart du temps les exercices donc elles savent faire. Elles les inventent.

On peut identifier en ce point un noyau cognitif formé par Bohren, l'objet mathématique *O,* l'institution *I* composée par Bohren, sa sœur et sa mère où Bohren occupe une position d'élève tandis que sa sœur et sa mère jouent le rôle de professeur et d'instances évaluatrices : $\tilde{n}$= *(Bohren, O, (I, p_E), mère et sœur).* Selon Bohren sa sœur et sa mère « connaissent les exercices », elles sont donc en mesure d'endosser les positions de professeur et d'instance évaluatrice. Ce noyau cognitif s'intègre dans une situation possiblement didactique : ς = *($\tilde{n}$, C, Sœur et mère de Bohren, Δ).*

Δ est défini à partir de la création d'exercices, par sa mère et sa sœur, sur le modèle de ceux provenant de la classe. Pour réviser le contrôle, Bohren investit une situation d'étude autonome. Cette situation est didactique ou au minimum iso-didactique, ce que l'on peut vérifier après-coup, puisque Bohren ne commet pas d'erreur dans le contrôle sur ce point : ς' = ($\tilde{n}'$, *C,* Bohren, Δ').

E : J'ai refait les exercices donnés par M C...
C : Lesquels ? *Il ouvre ses cahiers.*
E : Ceux-là. *(œuvre O_3)*
C : Et donc tu les as refaits ?
E : oui et en fait c'était les mêmes.
C : Comment tu les as faits ? Explique-moi.
E : ah, je cache les réponses et je fais sur mon cahier de brouillon. Après je regarde si c'est juste.
C : Et si c'est faux ?
E : Je cherche pourquoi c'est faux. Je regarde ma leçon.

L'ensemble des gestes Δ' sont les suivants : il refait, en cachant la solution, un exercice déjà fait en classe et dans lequel on retrouve tous les types de tâches à réviser sur les calculs d'aires et de périmètres, exercice indiqué comme tel par le professeur ; il compare sa réponse avec la solution du professeur, et lorsque ses résultats sont faux, il cherche des explications. Bohren met à l'épreuve ses réponses à partir d'une dialectique média/milieu. Bohren est bien assujetti au contrat de la classe : si le professeur dit de refaire certains exercices, il les refait.

5.5.7.4.c. Les erreurs de Bohren au contrôle (10,6/20)

Bohren parvient à réaliser tous les calculs d'aires et de périmètres de manière exacte, hormis une erreur de calcul avec des nombres décimaux. Il se trompe dans les exercices 1 et 3 qui engagent des conversions d'unités d'aires et de longueurs. Bohren utilise un tableau de conversion dessiné avec deux colonnes par unité. Cependant, il confond dam^2 et dm^2 qui sont pour lui une seule et même unité. Il écrit 0,2 dam^2 dans les colonnes dévolues aux dm^2 en plaçant le zéro dans la colonne la plus à gauche. Pour les unités de longueurs, son erreur est la même : il confond dam et dm.

Equipement praxéologique en position d'élève de Bohren

Bohren possède un bon degré de maîtrise des organisations mathématiques associées aux types de tâches T_5 et T_6 (Calculer des aires et des périmètres). En revanche les types de tâches T_7 et T_8 sont associées à une technique fausse due à une méconnaissance des préfixes des unités. Il confond dam et dm ainsi que dam^2 et dm^2. De plus il ne place pas les unités dans la colonne la plus à droite (mauvais placement du 0,2). On peut supposer que la technique du tableau de conversion pour T_8 est utilisée d'une manière automatique, sans support technologique venant éclairer la technique.

5.5.7.4.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Bohren (10,6/20)

Bohren fait le lien entre les exercices et l'avancée du temps didactique.

> C : Et alors tu as commencé à réviser ou pas ?
> E : Pas encore ! On est encore en train de faire des exercices !

La mère et la sœur de Bohren interviennent comme aide à l'étude. Elles décryptent pour lui certains éléments du contrat didactique : essentiellement ce qu'il faut réviser. Elles lui donnent des exercices supplémentaires. Bohren réécrit sur un brouillon certains éléments de la leçon qu'il a sélectionnés. Il entretient un rapport non vide à la praxéologie relative au type de tâches « réviser un contrôle de mathématiques ». Sa technique d'étude contient le type de tâches génériques suivant : « refaire des exercices du même type ». La technologie justifiant cette technique peut se laisser décrire ainsi avec ses mots : « c'est parce que cela va tomber au contrôle ! » C'est ce point de vue qu'exprime Bohren quand il dit qu'il faut bien réviser, bien apprendre. Bohren a conscience que pour apprendre, il est nécessaire de « posséder des bases ». Il a compris qu'existe une progressivité à référer à l'avancée du temps didactique : il a perçu que l'enseignement est progressif « à partir de bases solides ». Bohren occupe la position d'instance évaluatrice lorsque sa mère et sa sœur ne sont pas là. Il sait que certains éléments sont à apprendre par cœur, mais aussi que d'autres sont à oublier. Il se remémore en se référant à la dimension technologique

des organisations mathématiques : par exemple, selon Bohren, on retient bien la formule de l'aire du parallélogramme si on décompose astucieusement la figure et si on effectue ensuite un recollement adéquat.

On récapitule ci-dessous les types de tâches que Bohren a travaillés lors de son étude personnelle.

Types de tâches	Lors du travail personnel	Dans le contrôle
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	OUI	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.7.5.a. Les œuvres du milieu d'étude de Coline (3,5/20)

Le milieu d'étude de Coline M_{Coline} contient {O_{11} ; O_{12} ; O_{13} ; O_9 ; O_{10} ; O_{1A} ; discussions avec sa tata}

- O_{11} ; O_{12} ; O_{13} : Coline sait ce qui doit être révisé : les calculs d'aires, de périmètres. Elle identifie aussi, parmi les révisions, les conversions d'aires : elle nous l'indique à partir d'un exercice qui va être évalué lors du contrôle. Par contre, elle n'a pas identifié les conversions d'unités de longueurs comme étant à réviser. On peut penser que pour elle, il s'agit d'un type de tâches qui relève de l'école primaire.

C : Tu sais ce que tu dois réviser ?
E : L'aire, le périmètre.

- O_9 ; O_{10} : Coline réalise de nombreux exercices que lui proposent les personnes de sa famille. Certains exercices proviennent d'Internet ; ce sont des exercices en ligne du site *mathématiques faciles.* D'autres sont des exercices supplémentaires provenant d'un manuel parascolaire que sa « tata » a photocopié.

- O_{1A} : Coline apprend la leçon (œuvre O_{1A}) sur les calculs d'aires et de périmètres. Elle la relit plusieurs fois, sélectionne les mots soulignés et récite l'ensemble en une seule fois.

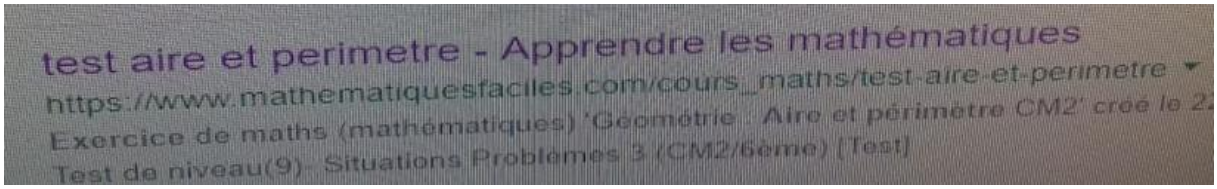
On remarque que Coline ne s'engage pas dans des exercices consignés dans son cahier d'exercices. L'ensemble des exercices ne provient pas du système didactique principal : ce qui montre qu'hors classe, c'est une élève qui est surtout assujettie à l'institution familiale, tout au moins pour son travail en mathématiques. Ses discussions entre camarades se limitent à la date du contrôle.

5.5.7.5.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Coline et situations possiblement didactiques

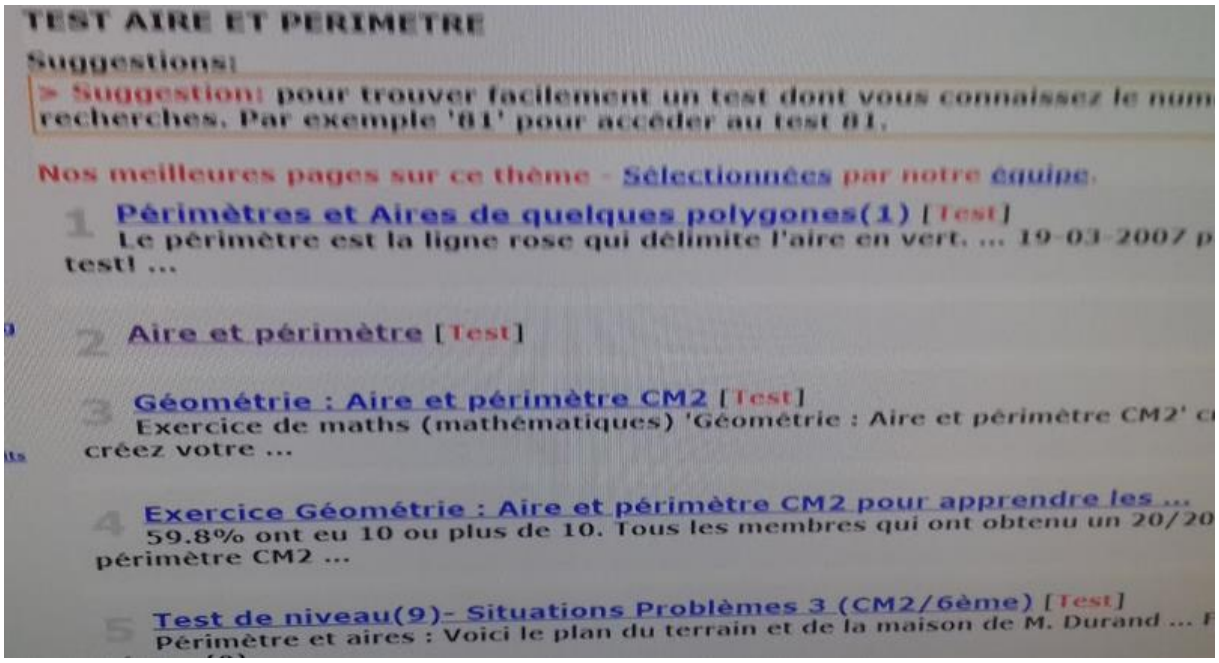
Coline a trouvé un peu difficile la transition entre l'école et le collège. Les changements de classe et d'horaires au gré des jours de la semaine la perturbent. Elle a peu de trajet à faire pour se rendre au collège. Elle trouve les apprentissages difficiles, et cela dans toutes les matières. Dans le milieu d'étude de Coline, plusieurs noyaux cognitifs peuvent être identifiés. Coline réalise des exercices portant sur calculs d'aires et périmètres et sur les conversions d'unités d'aires, sur son ordinateur. Le site consulté, *mathématiques faciles*, propose des tests de niveau en ligne qui sont corrigés parle logiciel. Elle tape sur le moteur de recherche les mots clefs : « exercice périmètre et aire 6ème ».



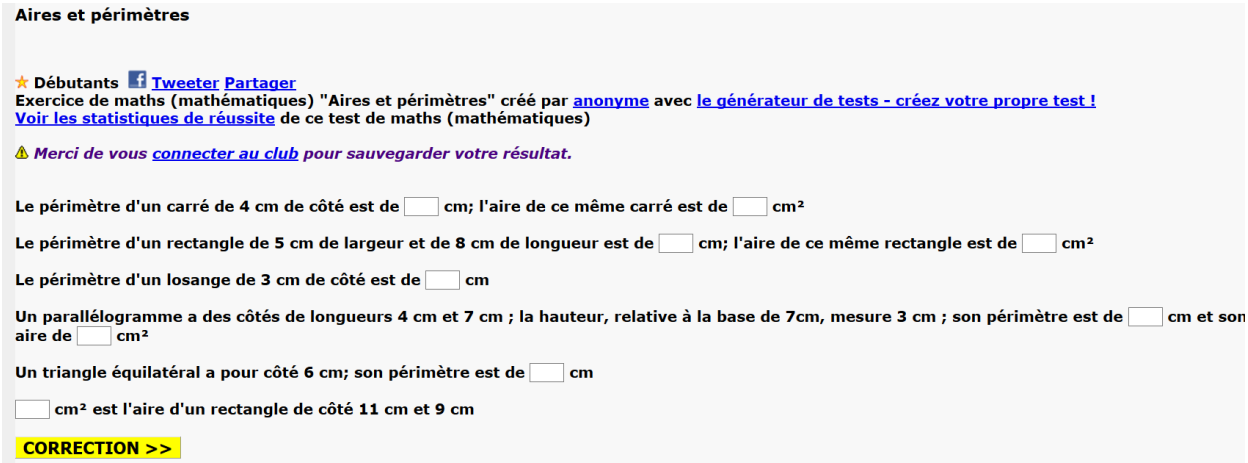
Elle apprécie le site car il propose des tests de connaissance, ce qui est l'un des objectifs qu'elle poursuit :



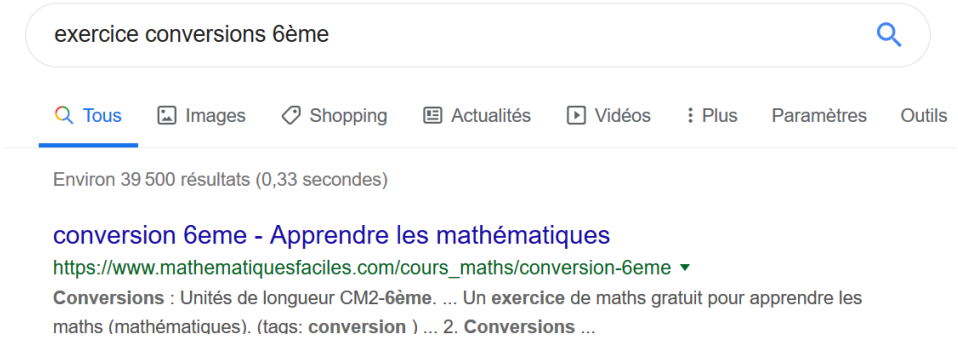
Elle sélectionne le test numéro 2 et elle élimine ceux du niveau CM2.



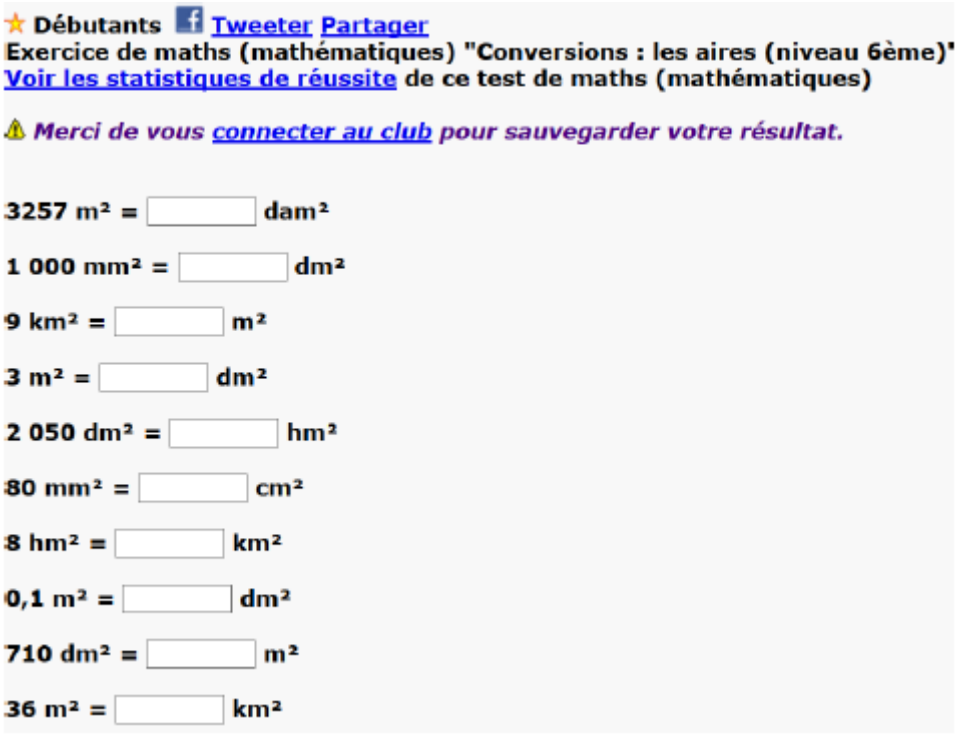
L'ordinateur renvoie une appréciation en « juste » ou « faux », puis fournit la réponse correcte à l'aide du bouton « correction » surligné en jaune.



Ces exercices ne sont pas générés aléatoirement. Ils font travailler les types de tâches T_{5C}, T_{6C} ; T_{5R} ; T_{6R} ; T_{5T} , mais pas rencontrer T_{6T} « calculer l'aire d'un triangle. » Coline utilise les exercices de conversion de ce site. Sa démarche est toujours la même : elle cherche à se tester.



L'exercice dans lequel elle s'engage est le suivant :



Dans cette situation, Coline et sa « tata » forment une institution dans laquelle la « tata » occupe une position de professeur et Coline celle d'élève. La « tata » ainsi que l'exerciseur connecté à l'ordinateur jouent le rôle d'instance évaluatrice puisque la correction interactive via la tablette permet de vérifier le résultat trouvé. On a : $\tilde{n} = (Coline, O, (I, p_E), ordinateur\ et\ tata\ de\ Coline)$ où $I = \{Coline, tata\ de\ Coline\}$.

Une situation possiblement didactique se crée. La tata en tant que $\widehat{w}$ accomplit le geste didactique suivant : elle aide Coline à réaliser les exercices de calculs d'aires et, dans les exercices de conversion, à placer les nombres dans le tableau. On peut relever que ce geste semble aboutir à une situation didactique pour l'établissement du rapport aux conversions, mais pas pour celui sur les calculs d'aires. En effet Coline lors du post-test, semble savoir convertir convenablement des unités d'aires. On peut penser qu'elle a établi un rapport à cette technique, sans qu'il permette de la relier à la dimension technologique : en effet, le rapport de Coline aux organisations mathématiques sur les nombres décimaux continue de poser problème. Dans l'exercice 1, elle ne reconnaît pas une tâche qui relève de conversions d'unités d'aires. La demande d'une conversion n'était pas clairement explicitée dans l'énoncé, ainsi elle n'a pas pu utiliser durant le contrôle ce qu'elle avait étudié avec sa tata. Pour l'exercice sur le calcul d'aires, il est possible que la forme des exercices, des phrases à trous à compléter sans figure, n'ait pas permis à Coline de reconnaître des exercices du même type.

Coline prépare aussi le contrôle à partir d'exercices sur aires et périmètres provenant de photocopies d'un manuel parascolaire récupéré par sa « tata ». Parmi ces exercices, Coline déclare qu'aucun ne concernait le triangle quelconque, mais uniquement des

triangles rectangles. Il est probable que ce manuel corresponde aux anciens programmes de 6e pour lesquels l'aire du triangle quelconque n'était alors étudiée qu'en classe de 5e. Coline ne souhaitant pas nous fournir les photocopies, nous n'avons pas pu vérifier cette information.

On trouve un deuxième noyau cognitif : $\widetilde{n'} = (Coline, O,\ I\ , p_E, Tata\ de\ Coline)$ où $I = \{Coline, tata\ de\ Coline\}$. La tata représente l'instance évaluatrice car elle corrige les exercices. Ce noyau crée une situation possiblement didactique ς', qui semble ici et après-coup plutôt anti-didactique. On obtient ς' =$(\tilde{n}', C, Coline, \Delta)$ où $\Delta = \{\delta_1; \delta_2\}$. Coline effectue le geste δ_1 : « faire les exercices proposés à partir des photocopies » sur les aires et périmètres. De plus elle accomplit le geste δ_2 qui consiste à « relire plusieurs fois la leçon, en retenir les mots soulignés puis à les réciter en une seule fois ». Ce geste apparaît d'une efficacité relative lorsqu'on l'associe aux exercices qu'elle a réalisés. Elle évalue qu'elle sait sa leçon si elle la récite en une seule fois, un peu comme si elle devait s'en acquitter.

5.5.7.5.c. Les erreurs de Coline au contrôle (3,5/20)

- Coline a ajouté toutes les mesures sans les convertir, comme si elles étaient données dans la même unité. Elle n'a pas reconnu la tâche consistant à convertir comme étant une sous-tâche de l'exercice 1. De plus, elle se trompe en ajoutant des nombres décimaux. Elle ajoute 2 au lieu de 0,2.
- Pour l'exercice 3, elle ne reconnaît pas une conversion d'unités, mais ajoute toutes les longueurs de l'énoncé. Comme pour l'exercice 1, elle ajoute 12 au lieu de 1,2.
- Coline s'est trompée pour calculer l'aire du rectangle de longueur 5 cm et de largeur 3 cm, peut-être deux fois, car elle a écrit 5 × 2 × 2 = 15, en transformant les 3 cm et 2 cm, puis en confondant avec la formule du périmètre, ce que semble indiquer la multiplication par 2.
- Pour calculer le périmètre du deuxième triangle, elle ajoute toutes les valeurs, même la hauteur.
- Pour calculer l'aire du triangle rectangle elle n'écrit pas le calcul correctement. Au lieu d'écrire 6×8 = 48 puis 48 : 2 = 24. Elle écrit 6 × 8 = 24.
- Pour calculer l'aire du triangle quelconque, elle écrit base × hauteur mais oublie de diviser par deux. Elle se trompe dans une multiplication : 2 × 6 = 18.
- Pour calculer le périmètre du cercle elle oublie le facteur π et écrit 10 au lieu de 10 π.

Equipement praxéologique de Coline en position d'élève

Coline a un niveau faible en mathématiques. Ses connaissances antérieures sur les nombres entiers et les nombres décimaux sont fragiles. Lorsqu'elle pose des opérations, pour ajouter 1,2 elle ajoute 12 ou pour ajouter 0,2 elle ajoute 2. Pour les aires et périmètres :

- Elle sait qu'il faut ajouter toutes les mesures de longueur pour calculer le périmètre mais elle n'a pas identifié que ces longueurs doivent correspondre au pourtour de la figure. On peut penser qu'elle applique une technique sans la relier à la notion de grandeur-périmètre. On peut émettre l'hypothèse que lorsque Coline a réalisé des exercices sur Internet, il est résulté le rapport erroné suivant à la technique : ajouter tous les nombres de l'énoncé. Comme il n'y avait pas de nombre « parasite », cette technique conduisait effectivement à la réponse juste.
- L'entretien avec Coline permet de s'apercevoir qu'elle a établi un rapport convenable à la technique de calcul de l'aire du triangle rectangle : elle n'écrit pas l'intégralité des calculs mais a établi un rapport adéquat au raisonnement qui conduit au résultat.
- La technique à laquelle elle recourt pour le calcul de l'aire du triangle quelconque est incomplète et le résultat est alors erroné : elle multiplie la base par la hauteur. Comme ce type d'exercice ne figurait pas dans les photocopies qu'elle utilise, ses révisions ne lui ont pas permis d'établir un rapport convenable à cette technique de calcul.

5.5.7.5.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Coline (3,5/20)

Coline révise au fur et à mesure durant les jours qui précèdent le contrôle et y consacre beaucoup de temps. Elle s'engage dans de nombreux exercices, puis relit la leçon plusieurs fois. Elle la récite d'abord à elle-même puis à quelqu'un d'autre : elle la « dit » en une seule fois. On peut donc penser que cette technique ne lui permet pas de relier la leçon aux exercices qu'elle fait pourtant en supplément de ceux proposés par son professeur. Elle apprend une suite de mots soulignés, qu'elle récite par cœur. Son rapport à l'apprentissage est peut-être issu de sa fréquentation de l'école primaire et n'a pas changé depuis : savoir une leçon, c'est… être capable de la réciter en une seule fois ! Sous cet aspect, les éléments technologiques des organisations de savoir ne peuvent lui servir d'éclairage des techniques car déconnectés du bloc pratico-technique. Coline déclare qu'il faut apprendre par cœur et qu'il faut plutôt faire des problèmes simples. Depuis son adhésion au contrat didactique, tout vient du professeur. Ce sont d'ailleurs les adultes qui l'encadrent, qui jouent le rôle de professeur à la maison et qui pilotent les révisons de Coline. Les exercices travaillés sur l'Internet, le choix des « photocopies » proviennent de sa tata : Coline ne s'autorise pas à prendre des initiatives, mais laisse les adultes diriger l'organisation de son étude. De leur côté, ces adultes qui jouent le rôle d'aide à l'étude ne lui permettent pas de déterminer l'organisation mathématique enseignée en classe et à étudier, de discriminer entre techniques et technologies, ni d'établir des liens entre ces deux éléments. Coline n'a pas conscience que chaque professeur a des attentes spécifiques en termes de contrat. Elle fait des exercices sur l'Internet en pensant que ces derniers lui feront travailler les mêmes types de tâches, et les mêmes techniques que ceux présents dans les cours de son professeur, ce qui n'est pas le cas. Elle ne repère pas les différences

entre l'organisation mathématique issue de l'Internet et celle de la classe. Tout se passe comme si, pour elle, existaient des praxéologies universelles indépendantes du professeur.

On récapitule ci-dessous et dans un tableau les différents types de tâches que Coline a travaillés lors de son étude personnelle.

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	?	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle	OUI	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	?	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	NON	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	?	OUI
T_{7} Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_{8} Convertir des unités d'aires	OUI	OUI
T_{9} Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.7.6.a. Les œuvres du milieu d'étude de Coralie (8,8/20)

Le milieu d'étude de Coralie $M_{Coralie}$ contient {O_{11} ; O_{12} ; O_{13} ; O_{1A} ; O_{2A} ; discussions avec sa mère}

- O_{11} ; O_{12} ; O_{13} : Coralie a identifié les enjeux de l'étude « aires », « périmètres » et « conversions ». Elle les exprime sous forme de substantifs.

- O_{1A} ; O_{2A} : Coralie relit et récite à sa mère la leçon (œuvre O_{1A}). Elle révise ce qu'elle appelle « le tableau », c'est-à-dire les exemples de la leçon. Ces exemples ne sont pas corrigés et sa mère n'a pas eu le temps de le faire, devant s'occuper de son frère. Dans son milieu d'étude ne figure pas l'organisation mathématique relative aux conversions : Coralie ne les a pas révisées, même si elle savait que le contrôle en contiendrait. L'œuvre O_{1B} qui est la leçon sur les conversions d'unités d'aires ne fait donc pas partie de son milieu d'étude, de même d'ailleurs que les formules de périmètres et d'aires. Elle confond d'ailleurs la formule de l'aire du rectangle et du triangle.

5.5.7.6.b. Noyaux cognitifs du milieu d'étude de Coralie et situations possiblement didactiques

Malgré une transition école-collège difficilement vécue par Coralie, ses conditions d'étude sont favorables. Elle s'est maintenant habituée à ces changements. Son temps de trajet jusqu'au collège est court : cinq minutes. On trouve dans le milieu d'étude de Coralie un noyau cognitif $\tilde{n}$ constitué de Coralie en position d'élève, de O, de l'institution $\{Coralie, Mère\ de\ Coralie\}$, et d'une instance évaluatrice $\hat{v}$. Dans $\tilde{n}$, l'instance évaluatrice $\hat{v}$ est parfois sa mère, parfois Coralie selon la disponibilité de sa maman qui doit aussi s'occuper de son fils : $\tilde{n} = (Coralie, O, \{Coralie, Mère\ de\ Coralie\}, p_E, \hat{v})$.

Sa maman accomplit un geste δ permettant de créer une situation possiblement didactique : elle fait réciter la leçon. Parfois ce geste est accompli par une personne au sein du dispositif « devoirs faits ». La maman de Coralie pose des « questions pour la leçon et pour les exercices ». Elle prend pour cela appui sur les cahiers. Pour le contrôle portant sur aires et périmètres, sa maman lit les phrases que Coralie complète. Par exemple : « Pour calculer le périmètre d'un polygone, on … » et Coralie doit donner la fin de la phrase. La situation possiblement didactique peut donc se laisser décrire ainsi : ς = $(\tilde{n}, C, Mère\ de\ Coralie\ , \delta)$. Le geste accompli par la mère de Coralie est donc le suivant : δ « Lire le début des phrases de la leçon et faire compléter la fin de la phrase par celui qui étudie ».

Le travail des exercices donne lieu, en étude autonome, à une autre situation possiblement didactique ς' où $\hat{v} = Coralie$. On a ς'=$(\tilde{n}, C, Coralie, \delta')$. Le geste δ'consiste en une reprise des exemples de la leçon qui ne sont pas corrigés. Elle prend alors un brouillon pour réécrire les énoncés et rédiger les réponses. D'habitude, sa maman contrôle la justesse des exercices mais, ce jour-là, elle n'était pas disponible. Coralie ne cherche pas à vérifier si ses réponses sont justes ou fausses. Pour elle, faire des exercices, c'est écrire, comme nous le verrons un peu plus loin. Au sein de son noyau cognitif et en position d'instance évaluatrice, Coralie a identifié les conversions d'unités d'aires comme étant difficiles : c'est pour cette raison qu'elle ne les révise pas…

5.5.7.6.c. Les erreurs de Coralie au contrôle (6,5/20)

- Coralie a bien reconnu la nécessité de convertir des unités d'aires dans l'exercice 1. Elle utilise pour cela la technique qui s'appuie sur le tableau de conversion. Il possède deux colonnes par unité mais les unités ne sont malheureusement pas à la bonne place. Elle l'écrit dans cet ordre : hm² ; dam² ; m² ; cm² ; dm² ; et u². Elle ne semble pas associer u à « unité » et écrit u² au lieu de mm². Les chiffres zéro et deux pour convertir 0,2 dam² sont mal placés.
- Coralie ne sait pas ajouter des nombres décimaux : elle commet l'erreur classique en ajoutant les parties entières et les parties décimales séparément. Elle écrit ainsi : 2,8 + 4,5 + 6 = 12,13.
- Elle applique une technique erronée pour trouver l'aire d'un triangle : elle multiplie deux longueurs de côtés consécutifs du triangle.

Equipement praxéologique de Coralie en position d'élève

Ses connaissances calculatoires sur les nombres décimaux sont relativement restreintes et en partie erronées. Elle « ajoute un zéro » : par exemple, pour multiplier 3,14 par 10 elle écrit que le produit est 3,140. Dans l'entretien post-contrôle, Coralie explique que le type d'organisation didactique plutôt fruste auquel recourrait son professeur des écoles en CM1 et CM2, et qui consistaient en un enchaînement de fichiers sans explication, l'a détournée d'un intérêt pour les mathématiques.

> E : Parce qu'au CM2, moi c'était pareil, ben… il m'expliquait pas.
> C : Ah et alors, comment cela se passait ?
> E : Ben en maths on faisait des fiches d'exercices tout le temps et toujours. Et il fallait faire des fiches et toujours plus de fiches et moi ben je comprenais pas. Alors qu'avec M C eh ben c'est pas pareil, il explique.
> C : Donc tu préfères la méthode de M C ?
> E : Oui. Ben après du coup j'ai arrêté.
> C : Comment ça, tu as arrêté ? Tu as arrêté quoi ?
> E : Ben j'ai arrêté les maths. *Blanc*
> E : Oui avant en CE2 j'aimais bien et puis après vers le CM1 ben j'ai arrêté.

Coralie utilise des techniques fausses. Ses façons de faire sont pilotées par des technologies tout autant erronées. C'est le cas aussi bien pour les opérations sur les nombres décimaux que pour le type de tâches T_{6T} « calculer l'aire d'un triangle », à propos duquel elle applique une formule du type « longueur × largeur ». Les techniques relatives aux types de tâches T_{5R} ; T_{6R} ; T_{5D} et T_{6D} sont stables. Pour le type de tâches T_8 « convertir des unités d'aires », Coralie emploie une technique fausse. Elle place de façons erronée les chiffres qui constituent les nombres à convertir. Coralie ne contrôle pas la technique par des égalités telles que « 1 m^2 = 100 dm^2 ». La dimension technologique énoncée dans la leçon, œuvre O_{1B}, ne lui sert pas de support pour éclairer la technique. L'œuvre O_{1B}, l'organisation mathématique sur les conversions d'unités d'aires, ne peut se comporter comme un média car elle ne fait pas partie du milieu d'étude de Coralie. Aussi utilise-t-elle le tableau de conversion sans contrôle sur son action.

5.5.7.6.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Coralie (8,8/20)

Coralie confond « faire des exercices » et « écrire », comme le montre l'extrait suivant de l'entretien :

C : ta maman, elle te donne des conseils pour bien réviser ?
E : ben elle me dit tout le temps, pour apprendre il faut faire des exercices. Pour apprendre, écrire quoi ! // Parce que le contrôle c'est pas à l'oral du coup.

Coralie extrait du chapitre ce qu'elle juge essentiel. Elle accorde de l'importance à la dimension technologique. Elle juge important de « connaître les explications en mathématiques ». Son discours est cependant éloigné de sa mise en œuvre effective ; peut-être n'est-ce là que la traduction par Coralie d'un discours porté par la société et qu'elle reproduit lorsqu'on l'interroge car, à l'évidence, Coralie n'utilise guère un recours à une dimension technologique pour produire et contrôler ses réponses. Peut-être le rapport qu'elle a construit à l'étude des mathématiques est-il entaché de l'expérience malheureuse qui fut la sienne en CM1 et CM2, niveaux à partir desquels elle déclare avoir arrêté de s'intéresser aux mathématiques. La partie du contrat didactique qui correspond à son topos et telle qu'elle en parle ne présuppose pas nécessairement une liberté et une autonomie dans l'étude : par exemple, elle ne s'autorise pas à étudier par elle-même des « fiches méthodes » qui abordent pourtant les dimensions techniques, voire technologiques, de quelques grands types de tâches.

C : Donc c'est ça que tu appelles les fiches méthodes. Et est-ce que tu en fais toute seule ou tu prends celles de Monsieur C. ?
E : Ah non ! Chez moi, c'est les parents qui font ! Et ils me font faire les exercices.

Dans son noyau cognitif, Coralie occupe aussi la position d'instance évaluatrice : elle évalue difficiles les conversions.

E : c'est juste les conversions, c'est dur.

Elle estime que pour apprendre en mathématiques, il faut avoir pratiqué un certain nombre de fois sur plusieurs exercices.

C : mais c'était déjà dur à l'école ?
E : oui puis on n'en a pas fait beaucoup.

Et que les apprentissages nécessitent du temps.

E : On peut peu à peu pour apprendre plutôt que d'apprendre tout d'un coup !

Coralie utilise les « fiches méthode » de y_1. Il s'agit d'une partie intitulée par y_1 : « chacun son outil pour apprendre ».

E : M C. il nous fait pas que des leçons, il nous donne des techniques pour apprendre, il nous donne des cartes mentales et des tableaux.

Coralie donne l'impression de rechercher, à travers ces fiches, comment cerner les enjeux de l'apprentissage, c'est-à-dire identifier les différents types de tâches. Elle donne l'exemple des fractions :

E : Ben là ils expliquent les fractions. Là c'est les fractions égales et comment décomposer le quotient, la définition, l'abscisse et le partage.

Dans les fiches méthodes de y_1, on trouve plutôt une liste de tous les types de tâches à savoir résoudre. Par exemple, sur les fractions :

- Ecrire des fractions égales
- Décomposer une fraction en une somme d'un entier et d'une fraction inférieure à un.
- Multiplier un entier par une fraction
- Placer une fraction sur une droite graduée
- Représenter une fraction par un partage
- Calculer un quotient.

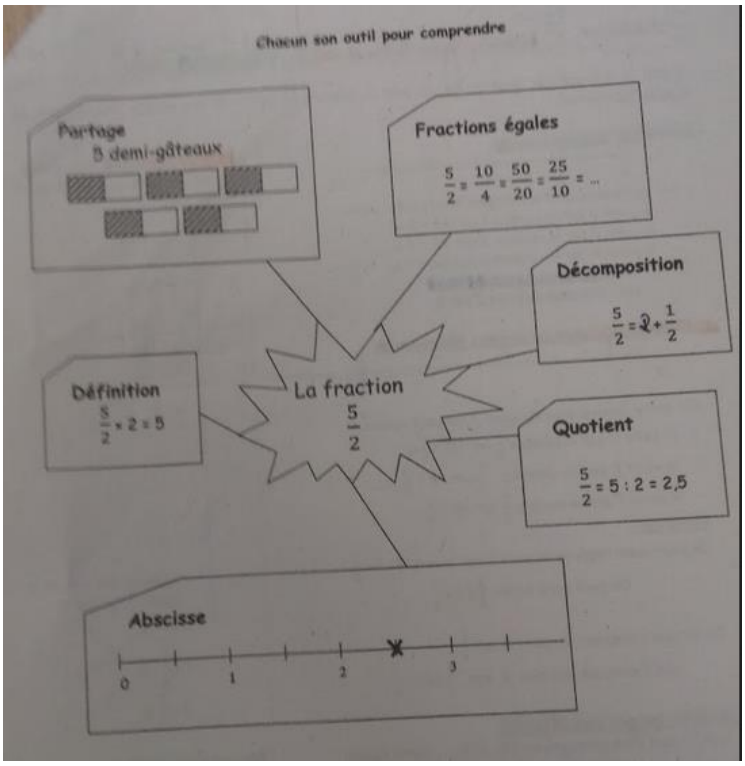


Figure 10 Carte mentale de y_1 sur les fractions

Dans d'autres fiches qui concernent la « carte mentale » des aires et périmètres, on trouve aussi des raisons d'être. Selon l'objet d'étude, le professeur y_1 insère des listes de types de tâches ou des ingrédients du bloc technologico-théorique. Coralie utilise ces fiches lorsqu'elles font appel au bloc pratique (fractions, cercle, droite).

On récapitule ci-dessous les différents types de tâches que Coralie a travaillés à l'occasion de son étude personnelle.

Types de tâches	**Lors du travail personnel**	**Dans le contrôle**
T_{5R} Calculer le périmètre d'un rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{5T} Calculer le périmètre d'un triangle quelconque	NON	OUI
T_{5D} Calculer le périmètre d'un disque	OUI	OUI
T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle rectangle	OUI	OUI
T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle quelconque	NON	OUI
T_{6D} Calculer l'aire d'un disque	OUI	OUI
T_7 Convertir des unités de longueurs	NON	OUI
T_8 Convertir des unités d'aires	NON	OUI
T_9 Calculer l'aire d'une figure à décomposer	NON	NON

5.5.8 Conclusions sur les techniques d'étude la deuxième année

Dans ce paragraphe, on conclut les analyses précédentes en comparant les deux séries d'entretiens. On recherche s'il existe une influence de l'organisation mathématique sur les techniques d'étude. Rappelons qu'entre la première année et la deuxième année, il y a eu rééquilibration des deux types de modélisations, avec et sans mesure. Quels points communs et quelles différences pouvons-nous mettre en évidence ?

En premier lieu, on constate, pour la deuxième et comme la première année, une aide conséquente des familles chez les élèves interrogés. Seul Ismaël travaille avec un ami. La mère d'Anaëlle va même jusqu'à poser des questions à sa fille en les écrivant avec le traitement de texte de l'ordinateur, se positionnant clairement en tant que professeur. Comme précédemment, les parents occupent la position de professeur dans le noyau cognitif. L'instance évaluatrice est, elle-aussi, souvent occupée par un adulte. Le tableau ci-dessous récapitule les noyaux cognitifs des six élèves, tels que nous avons pu les établir à partir des entretiens lors de la deuxième année.

Elève et son niveau en mathématiques	**Position dans le noyau cognitif lors du travail personnel**	**Instance évaluatrice dans le noyau cognitif lors du travail personnel**	**Institution**
Enzo (Bon)	p_E	Mère d'Enzo	$\{Enzo, mère\ d'Enzo\}$
Ismaël (Bon)	p_E	Ismaël et son ami	$\{Ismael, ami\ d'Ismael\}$
Anaëlle (Moyen)	p_E	Mère d'Anaëlle	$\{Anaëlle, mère\ d'Anaëlle\}$
Bohren (Moyen)	p_E	Mère et soeur de Bohren	$\{Bohren, mère\ et\ soeur\ de\ Bohren\}$
Coline (Faible)	p_E	Sa « tata »et l'ordinateur	$\{Coline$, tata $de\ Coline, \}$
Coralie (Faible)	p_E	Coralie	$\{Coralie, mère\ de\ Coralie\ \}$

On ne relève aucune différence dans les positions prises par les élèves au sein du noyau cognitif ; il en est de même pour l'instance évaluatrice. Il existe une certaine « intimité didactique » : les élèves ne partagent pas leurs connaissances. Le professeur en tant qu'auteur de la transposition didactique reste le « maître du savoir ». Coline s'insurge lorsqu'on lui demande si c'est elle qui élabore des fiches révisions. On peut interpréter cette remarque comme une conséquence du principe de cohérence institutionnelle qui se

traduit dans ce cas par : « chacun doit rester à sa place ». La place de Coline étant évidemment celle d'une élève, qui plus est celle d'une enfant, elle n'est pas autorisée à réaliser, par elle- même, des fiches méthodes.

Chez les élèves faibles, on retrouve une difficile reconnaissance et appréhension des organisations mathématiques. Ils ne cherchent pas à identifier les types de tâches, ni les techniques. Coline, par exemple n'a pas révisé les aires de triangles quelconques, ne l'ayant pas repéré comme enjeu de l'étude. Ismaël, en revanche, sait « en acte », d'expérience, ce qu'est un type de tâches. Il déclare réaliser des exercices « du même genre », que ceux étudiés en classe. Enzo ne révise pas exactement les exercices signalés par le professeur mais des exercices inventés, du même type, comme ci-dessous :

> Exercice du professeur : 7 dm + 3 dam + 4 hm + 2 m + 6 cm = …. m = … mm
>
> Exercice de révision d'Enzo : 6,5 dm + 5,2 cm = … essayer de mettre en mm.
> 4,5 km + 6 dam = … en m
> 22 m + 67 cm = … en m »

On peut comparer le nombre de types de tâches révisées par rapport à celles attendues au contrôle. Les bons élèves repèrent et travaillent les types de tâches attendus au cours de leur travail personnel. Coline et Coralie, bien qu'elles aient travaillé de nombreuses tâches, n'ont pas étudiées la dimension technologico-théorique venant justifier et éclairer la technique.

Elève	Rapport entre le nombre de types de tâches travaillés et le nombre de types de tâches du contrôle
Enzo	10/10
Ismael	10/10
Bohren	8/10
Anaelle	2/10
Coline	5/10
Coralie	6/10

Comme lors des entretiens de la première année, les bons élèves accèdent à la dimension technologique et aux raisons d'être des savoirs. Ismaël sait que les aires sont utiles pour faire des travaux. Cependant des élèves faibles accèdent aussi à la dimension technologique pour certains types de tâches. On retrouve, parmi les bons élèves interrogés, la création d'un milieu auxiliaire très riche et aussi, chez d'autres bons élèves,

un milieu beaucoup plus restreint. On a pu compter 10 œuvres entrant dans la composition du milieu d'Ismaël alors que Bohren n'en compte que 5.

Chez Coline, élève faible, on trouve aussi un milieu assez vaste : elle ajoute un grand nombre d'œuvres supplémentaires par rapport à celui directement issu de la classe : exercices photocopiés, exercices sur ordinateur. Ces œuvres ne sont pas choisies pour les types de tâches qu'elles engagent : leur choix découle de routines, car Coline a l'habitude de toujours réviser à partir du même site et de mots-clés, en tapant sur le moteur de recherche de l'ordinateur « aires et périmètres 6e ».

La modification de l'organisation mathématique lors la deuxième année, redonnant une place plus grande au bloc technologico-théorique, entraîne l'apparition, dans le rapport personnel de certains élèves moyens et faibles, de quelques éléments théoriques justifiant le calcul d'aires. L'aire du triangle rectangle est ainsi perçue comme étant la moitié de l'aire d'un rectangle. On retrouve cette justification chez Ismaël, bon élève, lorsqu'il déclare : « ben je sais que si je fais 6 fois 8, c'est l'aire du rectangle donc il faut diviser par deux. » Il est intéressant de constater que Bohren, élève moyen, s'est emparé

de cet élément technologique lui-aussi, ce qu'il déclare à sa manière :

> C : D'accord. Pourquoi tu as fait des traits là ? *(rectangle construit autour du triangle)*
> Bohren : Ben il nous a dit quand on calcule il faut faire la hauteur associée.
> C : Oui
> Bohren : Ben j'ai fait le trait là car …euh j'ai oublié en fait…. Euh si ça forme un rectangle. Et ça fait les deux formes. Donc on divise par deux.

C'est ce qu'on peut constater à partir de la copie du contrôle de Bohren, où le tracé du rectangle montre qu'il s'aide de l'aire du rectangle pour trouver celle du triangle quelconque. Cet élément théorique est présent, lors de la deuxième année, dans l'organisation mathématique enseignée et étudiée par la classe. Lors de l'enseignement de la première année, seul Willane l'utilisait car sa mère le lui avait enseigné.

Le travail plus approfondi autour des grandeurs « aire » et « périmètre », lors de la deuxième année, nous a permis de constater un nombre moins important de confusions entre les formules d'aires et de périmètres. Par contre, la deuxième année, on retrouve beaucoup d'erreurs sur les nombres décimaux et leurs calculs. La première année, le professeur avait organisé une reprise de l'étude sur les nombres décimaux, sous la forme

> Willane : « Si c'est un triangle et qu'il est rectangle, on fait la délimitation (il me montre le rectangle) et c'est divisé par deux. »

d'un chapitre consacré aux opérations. La deuxième année, il n'avait pas été traité au moment du travail sur les aires et périmètres.

5.6 Premières conclusions sur les praxéologies d'étude des classes de y_1

On considère le type de tâches « Réviser le contrôle sur les aires, périmètres et conversions dans la classe de y_1 ». A partir des entretiens, l'objectif consistait en la mise en évidence de certains traits des praxéologies personnelles d'étude propres aux élèves interrogés. On extrait des données empiriques des techniques d'étude présentes majoritairement chez des élèves faibles, et d'autres propres à des élèves forts. Chez les élèves moyens, on retrouve une sorte d'entre-deux : des techniques que l'on retrouve chez les bons élèves et d'autres chez les faibles. Plus précisément, on accède à des techniques d'étude qui amènent plutôt à des situations $\hat{r}$-didactiques et d'autres qui impliquent des situations $\hat{r}$-iso ou $\hat{r}$-anti-didactiques ; $\hat{r}$ désignant le chercheur.

Nous avons pu identifier à travers les discours des élèves que nous avons recueillis, trois techniques décrites ci-après.

5.6.1 Techniques de prises d'informations sur l'organisation mathématique

Les bons élèves cernent l'organisation mathématique à réviser, c'est-à-dire celle attendue par le professeur y_1. Ils parviennent à déterminer les objets de savoirs qui doivent être étudiés et les travaillent dans une dimension praxéologique : type de tâches, technique et technologie.

- **Les bons élèves identifient les différents types de tâches qu'ils ont travaillés dans le système didactique principal, même s'ils ne sont pas toujours capables de les mettre en « mots ». Ils reconnaissent les tâches en tant que familles de problèmes, autrement dit en tant que types de tâches, et non comme des tâches isolées.**

C'est ainsi qu'Ismaël parle d'exercices « du même genre ». Amira, quant à elle, travaille des exercices créés par son père et qui sont du même type que ceux travaillés en classe. Elle a conscience de cette similarité puisqu'elle nous explique que son père fait « un copié collé de l'exercice 2 ». Cette reconnaissance est assez fine chez certains élèves. Par exemple Ismaël identifie plusieurs cas de figures pour calculer l'aire du triangle, qui correspondent aux triangles acutangles, obtusangles et rectangles. Il parle de « genre de triangles ». Les bons élèves cherchent les sous-types de tâches. Amira n'apprend pas les formules d'aire et de périmètre du carré mais celles du rectangle car elle considère le carré comme un rectangle particulier.

- **Les bons élèves associent chaque type de tâches identifié à une technique. Ils sont soucieux de déterminer, lorsqu'existent plusieurs techniques, celle qui vit au sein de la classe.**

Sarah repère, à propos des conversions, une technique différente de celle employée au CM2. A l'école primaire, on utilisait des tableaux de conversion τ_{81}, alors qu'en sixième et avec le professeur y_1, on utilise la technique de multiplication-division τ_{82}.

- Les bons élèves accèdent au bloc technologico-théorique et aux raisons d'être des savoirs.

Par exemple, pour apprendre une leçon, Willane insiste sur la nécessité de trouver « comment ça fonctionne ». Anaëlle explique qu'il faut comprendre les explications et qu'apprendre par cœur ne sert à rien. Enzo a conscience que derrière la réalisation des exercices il y a nécessité de connaître les technologies.

- Les bons élèves indexent l'organisation mathématique sur le temps didactique. Ils cherchent à identifier la frontière entre l'ancien et le nouveau.

Par exemple, Sarah et Marvyn ont repéré « calculer l'aire du disque » en tant que nouveau type de tâches.

- A contrario, les élèves faibles ne cherchent pas ou peinent à cerner l'organisation mathématique enjeu de l'étude.

Coline ne parvient pas à identifier le type de tâches « calculer l'aire du triangle ». Lorsqu'elle travaille sur les photocopies de sa « tata », aucun exercice sur l'aire d'un triangle quelconque n'est présent. Son identification des objets de savoirs à étudier est relativement grossière : il s'agit des « aires et périmètres » dit-elle. Coralie peine également à identifier les types de tâches. Les cartes mentales de y_1 lui fournissent une aide précieuse car elles sont constituées de la liste des types de tâches du chapitre. Chez les faibles tout se passe comme s'ils ne parvenaient pas à identifier l'existence d'organisations mathématiques complexes dont les contours sont à associer au contrat établi par le professeur. Par exemple Coline cherche sur l'Internet des exercices par mots-clés « aires et périmètres 6^e ». Elle trouve alors des exercices qui, relativement aux attentes du professeur, se trouvent hors contrat, et elle ne s'en rend pas compte. Les élèves faibles envisagent les exercices comme des listes de problèmes, sans chercher de lien, sans percevoir qu'ils sont à catégoriser en relèvent de mêmes familles ou types de tâches.

5.6.2 Technique d'évaluation de son rapport personnel

Les élèves, au sein de leur noyau cognitif, évaluent leur rapport personnel à l'organisation mathématique à travailler. Cette évaluation n'est pas tout à fait de la même nature chez les bons élèves et chez les élèves faibles.

Amira se met en colère lorsqu'elle répond : « Je sais très bien ce que je sais faire ou non ! » Coralie, élève faible, évalue « dures » les conversions : elle ne va donc pas les réviser. Coline, élève faible, les évalue aussi « dur », mais va les réviser en réalisant de nombreux exercices. Marvyn évalue « je n'ai pas compris le pi », ce qui déclenche chez lui la révision de l'aire du disque qui se trouve dans la partie leçon. Sarah s'est aperçue que

le professeur utilise une technique différente pour convertir les unités. Elle cherche à combler ce manque au centre d'aides aux devoirs qu'elle fréquente.

On observe chez les bons élèves la recherche d'une certaine précision dans le vocabulaire et dans les notations, qui n'existe pas chez les élèves faibles. Ainsi, Ismaël se reprend et reformule ses propos : lorsqu'il parle d'« aire du cercle » il rectifie, et précise « l'aire du disque », alors que Déborah, élève faible, parle du « signal PI ». Les bons élèves savent utiliser des rétroactions d'un milieu ou des informations venues d'un média. Ils se donnent une deuxième chance de rencontrer les différents types de tâches et donc d'évaluer leur rapport personnel. Chez les faibles, les exercices sont réalisés parce qu'il faut s'en acquitter ; le paradigme de la visite des œuvres semble avoir percoler jusqu'à eux.

Chez les élèves faibles, l'essentiel des organisations mathématiques est dégagé à partir d'éléments extérieurs : pour Coralie, cette sélection se fait par les « mots soulignés » par le professeur ou par les cartes mentales à disposition.

5.6.4 Technique de reprise d'exercices : connexion entre bloc pratico-technique et bloc technologico-théorique

Lorsqu'ils refont des exercices, les bons élèves cherchent à déterminer l'enjeu de l'étude. Ils accèdent aux raisons d'être des savoirs. Ils relient le bloc pratico-technique au bloc technologico-théorique. On peut citer pour exemples :

- Ismaël, bon élève, qui visualise les calculs d'aires lorsqu'il récite les formules de la leçon
- Willane qui justifie la formule du périmètre du carré $4 \times l$ à partir de la somme $l + l + l + l$.
- Willane, Ismaël et Bohren qui se remémorent à l'aire du triangle rectangle en s'appuyant sur l'aire du rectangle.

La reprise des exercices est un moyen d'inférer et d'atteindre les éléments technologiques. Willane dit, par exemple, qu'il possède « la mémoire de la correction ». Les élèves faibles n'établissent pas de liens entre les techniques et les technologies. Ils se limitent à établir un rapport au bloc pratico-technique. Jade, élève faible apprend, colonne par colonne, le tableau des formules d'aires et de périmètres en n'associant pas les formules aux figures. On peut croiser ce cas avec l'observation de Filip et de Louise, pour lesquels les technologies ne jouaient pas le rôle de justification des techniques qui leur est assigné.

5.6.5 S'autoriser à s'engager dans l'étude

On remarque chez les élèves faibles que « tout provient du professeur ». Hors de la classe, il y a transfert de cette règle à l'adulte qui occupe la position de professeur dans le noyau cognitif. Les élèves faibles ne s'autorisent pas à poursuivre l'étude par eux-mêmes, en autonomie. Ils ne s'autorisent qu'à « recopier » l'œuvre du professeur. On retrouve

cette croyance en la fonction de l'enseignant comme seul détenteur du savoir. Coralie ne s'autorise pas à faire seule des fiches méthodes : « Non chez moi c'est les parents qui font ! » dit-elle. On a relevé chez Anaëlle une certaine gêne à dire qu'elle partageait ses cours avec une amie d'une autre classe, comme s'il existait un interdit sur cette pratique qui consiste à montrer, à son insu, le cours proposé par son professeur à une camarde qui est enseignée par un autre professeur. On pénètre alors dans l'intimité didactique qui est le propre à l'espace privé de la classe. Les élèves faibles ont une vision restreinte de leur part de responsabilité dans l'étude du savoir ; celui-ci est avant tout la propriété du professeur et aller rechercher ailleurs, dans des médias, serait voler ce qui lui appartient ; et qui plus est, sans qu'il le sache.

En revanche, les bons élèves s'accordent le droit d'étudier seuls, en autodidaxie. Ils s'autorisent à poursuivre l'étude proposée par le professeur dans la classe. Par exemple Sarah va rechercher au centre d'aides aux devoirs des compléments d'informations sur une technique qui lui fait défaut.

5.7 Premières conclusions sur le milieu d'étude, un milieu à «trous» pour l'élève ?

A ce stade, deux types de rapports à l'étude personnelle se dégagent de nos observations : aussi bien chez les bons élèves que les moyens ou encore les faibles :

- Un rapport basé sur le schéma Cours/Exercices, schéma du mode *rétroactif*
- Un rapport pour lequel les problèmes sont premiers et où les éléments de cours font écho à ces problèmes, qui s'oriente vers un schéma de type *herbartien.*

Aucun de ces deux rapports ne peut être associé à l'une ou l'autre des trois catégories de niveau d'élève que nous avons retenues : bon, moyen, faible. Ces techniques d'étude sont justifiées par un rapport à l'étude qui provient d'une combinaison des rapports à l'étude issus du milieu familial, de ce qui résulte des assujettissements scolaires de l'élève et de la place de l'élève dans l'institution, plutôt fort ou plutôt faible. Ce métissage n'est autre que le fruit de trois assujettissements : l'assujettissement à l'institution famille, à l'institution « école » et à la classe, à travers les topos plus ou moins larges accordés par le professeur aux élèves ou pris par l'élève lui-même.

L'assujettissement à l'institution famille

Willane insiste sur la dimension technologique à laquelle il a accès grâce à sa mère qui est professeur des écoles. Ismaël, quant à lui, dresse un répertoire de mots grâce à son père qui lui enseigne l'importance de la précision du vocabulaire. L'importance des technologies pour Amira lui vient de son père.

L'assujettissement aux institutions « école » et « classe »

Coralie déclare, en parlant des cartes mentales : « Monsieur C il nous fait pas que des leçons, il nous donne des techniques pour apprendre. » Amira n'aime pas le système des fiches individuelles utilisées à l'école primaire.

Selon les élèves, certains assujettissements prennent le pas sur d'autres. Le milieu est envisagé par Samuel Johsua et Christine Félix comme l'environnement « à trous » d'un sous-système didactique. Dans la suite, nous interrogeons le milieu construit par les élèves, en tant que milieu « à trous ». Pouvons-nous repérer des « trous » et si oui, lesquels ? Et que serait alors un milieu plein, sans trous ? Ils précisent, dans l'article intitulé « Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude », dans la Revue Française de Pédagogie n°141, en 2002 :

> Ce milieu est un milieu à trous - le trou compris pour l'instant comme « trou » du point de vue de l'élève, est ici un équivalent d'une ignorance à combler. Dans le nouveau milieu, il manque certains objets et rapports à ces objets. Combler ces « trous » (rebâtir un environnement stable et plus efficace) est justement l'objet de l'enseignement.

Un peu plus loin :

> Le milieu ainsi conçu peut être imaginé sous la forme d'un enclos borné par des frontières données. Il comporte à l'intérieur ce qui est considéré comme convenable pour bâtir des apprentissages nouveaux, y compris tous les éléments stabilisés. Ici il faut souligner que ces derniers peuvent eux-mêmes bouger dans ce processus. La question est donc plus qualitative (nature des trous nouveaux et des rapports aux autres savoirs) que purement quantitative. Calibré trop petit, et l'enclos deviendra une prison, qui empêchera ou rendra difficile une prise de sens quant aux objets nouveaux traités. Calibré trop large, l'enclos contiendra trop de trous ingérables et le sens vagabondera. La plupart des enseignements se jouent entre ces deux modes extrêmes.

Reprenons quelques exemples d'élaborations de milieu d'élèves interrogés lors des entretiens. Nous nous centrons sur les « trous » du milieu, comme Johsua et Félix les ont évoqués, et ceci en se centrant sur un type de tâches bien précis. Si dans certains cas, nous pouvons identifier des manques dans le milieu en lien avec un type de tâches donné, nous verrons plus loin que dans d'autres situations, le processus de construction du milieu d'étude paraît plus complexe que ce qu'une description à « trous » le laisse entendre.

Le cas de Bohren : T_8

Lors de ses révisions, Bohren ne revoit les conversions d'unités, ni en se lançant dans des exercices ou en les relisant, ni même en relisant la leçon. Son milieu d'étude s'appuie sur le rapport qu'il a construit pour lui-même en classe, dans le milieu didactique principal. Bohren ne sait donc pas convertir les unités d'aires, quelle que soit la nature des nombres (entiers ou décimaux). Dans son équipement cognitif, on peut relever un « manque » de technique et certainement de technologie relativement à ce type de tâches.

Le cas de Sarah : T_8

Au cours de l'étude à laquelle elle s'applique, Sarah constate que la technique de conversion recourant au le tableau de conversion, qu'elle connaît depuis l'école primaire,

est différente de celle utilisée par le professeur. Elle sollicite des aides à l'étude, les éducateurs du centre social Alain Barjavel, qui lui expliquent comment convertir sans tableau. Sarah a repéré dans son milieu d'étude un « trou » au sens d'un manque dans la technique utilisée par l'enseignant ; elle le comble en recourant à des médias, les éducateurs du centre social.

Le cas de Marvyn : T_{6D}

Marvyn identifie une ignorance technologique sur ce qu'est le nombre π. Il ne sait pas à quoi il correspond et à quoi il sert. Il recherche des explications dans un média, son cahier de leçon, afin de pallier ce manque. Il n'y parviendra pas.

Le cas de Coline : T_8

Coline a révisé des éléments de l'organisation mathématique autour des conversions, sur l'Internet et grâce à sa « tata » en tant qu'aide à l'étude. Son rapport personnel à la technique de conversion fait preuve d'une bonne maîtrise. Cependant, lors du contrôle, Coline ne reconnaît pas qu'il faut recourir à des conversions d'unités dans l'exercice 1. On voit apparaître une ignorance à la frontière de l'« enclos » défini par Johsua et Félix : il faut convertir dans la même unité avant de calculer.

Si nous poursuivons avec la métaphore des trous, alors ce dernier, chez Coline, concernerait le lien qui n'existe pas et qui reste à établir entre la technique de conversion et les calculs demandés. Par la suite, nous mettrons en exergue d'autres exemples dans lesquels il apparaît compliqué de déceler des trous : aux manques qu'évoquent les trous, il faudrait sans doute adjoindre le problème lié à des connaissances erronées, c'est-à-dire à des rapports à des objets de savoir qui ne sont pas conformes au rapport institutionnellement attendu, à des mésententes relatives à ce qui est contractuellement attendu.

Le cas d'Enzo

Enzo révise à la fois les ingrédients technologiques et les exemples de la leçon qui portent sur les conversions. Il effectue des exercices supplémentaires inventés par sa mère. Cependant les exercices réalisés par Enzo ne comportent pas d'exemples dans lesquels les calculs opèrent sur des nombres décimaux non entiers. Ainsi est-il en difficulté lorsqu'il est confronté à de tels calculs durant le contrôle. Du point de vue de l'élève, il est difficile de parler de manque puisqu'il a « tout révisé ». Aucun élément du milieu auxiliaire qu'il a construit avec sa mère, ne peut lui renvoyer une rétroaction qui lui permettrait d'identifier un trou. S'il existe, il se trouve donc dans un autre milieu relatif à une autre organisation mathématique. A moins d'envisager un abord holistique du concept de milieu, où placer « les frontières de cet enclos » ? De plus, Enzo intervertit dam^2 et dm^2 dans le tableau de conversion qu'il utilise. Dans son équipement praxéologique vivent le type de tâches $T_{8\,«}$ convertir des unités d'aires » et la technique associée sous forme de tableau de conversion, mais avec des préfixes d'unités inversés. Le « trou », si tant est qu'il

y en ait une, est plutôt assimilable à une méconnaissance des sous-unités plutôt qu'à un manque.

Le cas de Coline

Lorsqu'il lui est demandé de calculer un périmètre, Coline ajoute tous les nombres de l'énoncé. Aussi, lors du contrôle, elle ajoute les quatre nombres représentant les mesures de longueurs données dans la figure d'un triangle : les trois côtés et la hauteur. Coline a construit dans son milieu d'étude une technique fausse, basée sur une technologie relative au périmètre, qui l'est tout autant. Les exercices qu'elle réalise sur l'Internet contenaient toujours le bon nombre de données qu'il suffisait d'utiliser en s'aidant des formules de périmètre qu'elle connaissait. Du point de vue de Coline, il n'y a donc pas de manque, tout au plus une technologie qu'elle a construite pour elle-même par adhésion au contrat didactique tel qu'il émane des énoncés des exercices auxquels elle s'est confrontée. Elle n'a fortuitement pas rencontré de milieu à travers des médias lui permettant de s'interroger sur la technologie et la technique qui constituent son rapport aux périmètres.

Le cas d'Ismaël

Ismaël est un bon élève qui travaille en binôme avec un camarade de sa classe. Son camarade l'induit en erreur à propos de la place des unités dans les calculs : il lui fait écrire les unités en fin de ligne en non dans les calculs. Ismaël est persuadé de la justesse des déclarations de son ami et pour lui il n'y a pas de manque. Au contraire il a plutôt l'impression de progresser grâce à son camarade.

Le cas de Jade

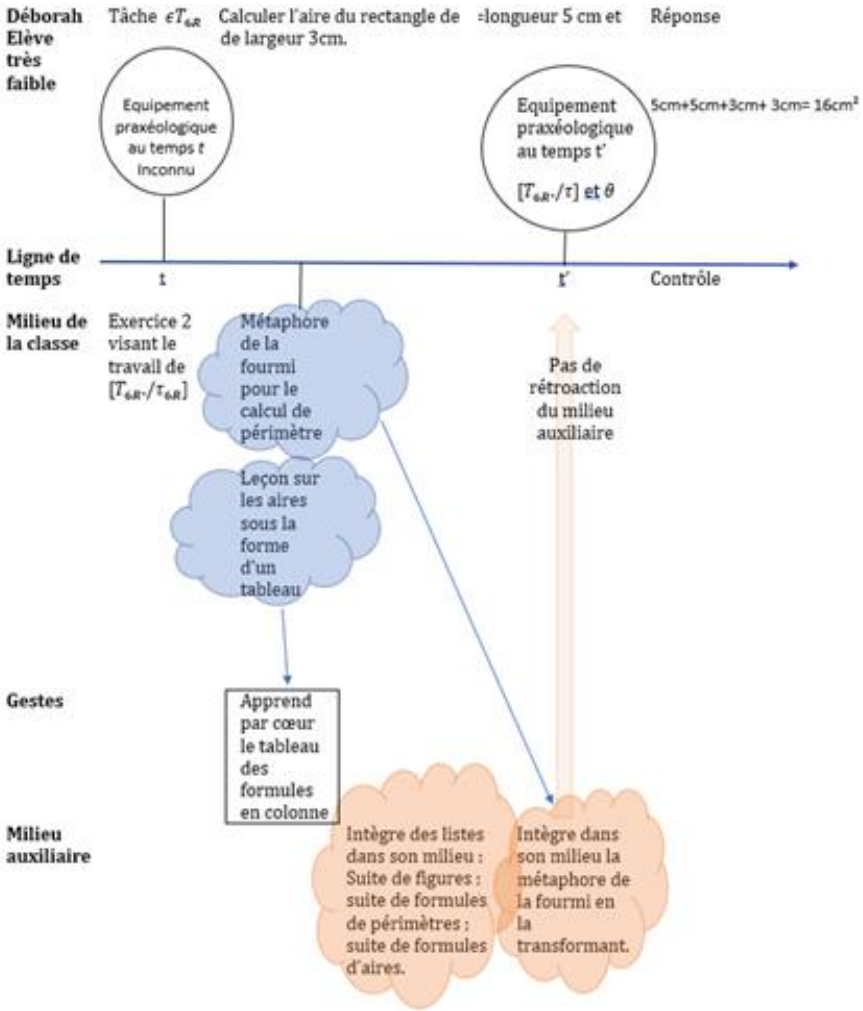
Jade a construit de nombreuses techniques reposant sur des rapports à des formules fausses. Jade bénéficie d'une aide à l'étude, qui n'est autre que sa sœur, sœur qui est elle-même faible en mathématiques et qui occupe dans le noyau cognitif le rôle de professeur. Cette aide est, selon nous, un frein à l'étude puisqu'elle la conforte dans des connaissances erronées. Les situations de révision proposées par sa sœur sont, pour Jade, des situations didactiques puisqu'elle ne peut mettre en cause celle qui occupe la position de professeur et d'instance évaluatrice, que juge de la justesse du travail de Jade. Pour elle non plus, il n'existe pas dans l'étude de trous à combler.

Dans les derniers exemples, il nous semble que le milieu d'étude ainsi formé par les élèves n'est pas nécessairement, du point de vue de l'élève, rempli de « trous » au sens d'ignorances ou de manques à combler, comme le décrivent Félix et Johsua. Il existe un trou dans la mesure où il manquerait une ou des œuvres dans le milieu qui pourraient fournir des rétroactions permettant à l'élève de rencontrer son ignorance afin de tenter de la combler.

Revenons sur l'étude d'Ismaël. Le professeur y_1 ou le chercheur $\hat{r}$ sait que l'égalité "$6 \times 2 \div 2 = 6\ \text{cm}^2$"est mathématiquement fautive du point de vue de son écriture, mais Ismaël, quant à lui, n'imagine pas que cela puisse être autrement. Le manque existe pour

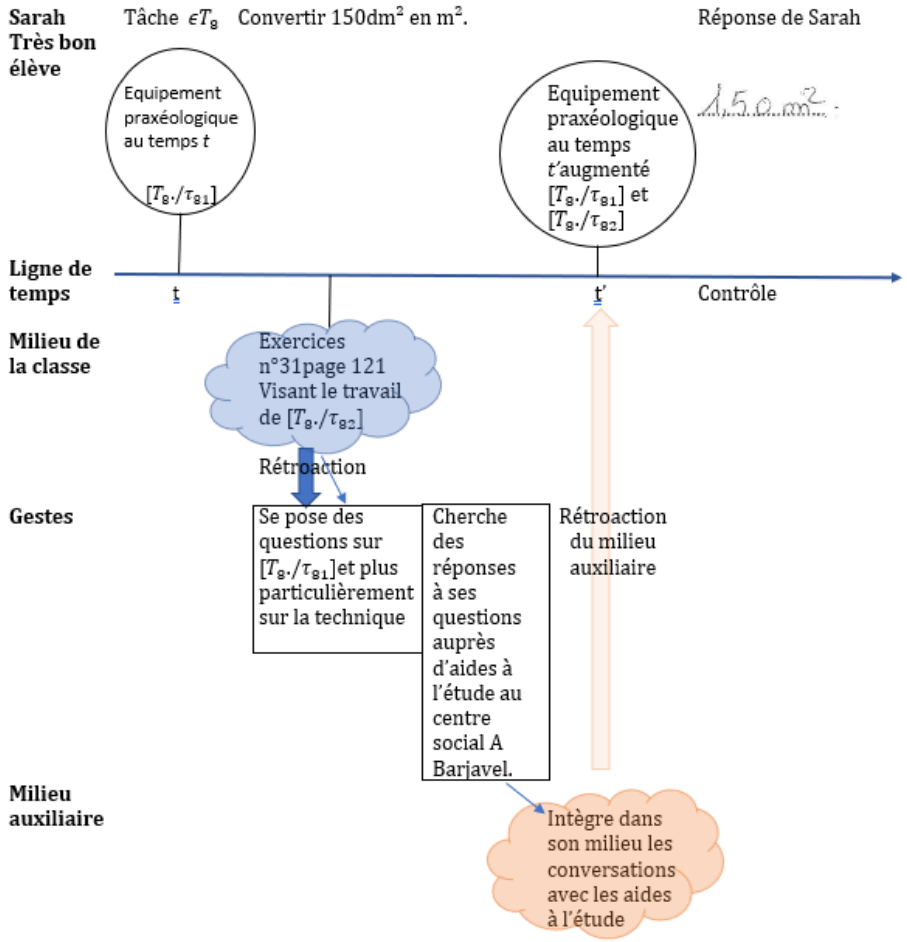
celui qui sait, mais pas pour celui qui ne sait pas ; autrement dit pour l'instance évaluatrice. Les gestes accomplis dans les situations possiblement didactiques, et que nous avons mis en relief, montrent l'élaboration d'un milieu conduisant à la construction d'une réponse, qui n'est pas forcément juste d'un point de vue mathématique. Aussi, à partir du travail d'étude des élèves, voit-on naître au sein des équipements praxéologiques en construction, des rapports personnels conformes et aussi des rapports non conformes à ceux institutionnellement attendus aux techniques et technologies.

Reprenons l'exemple de Déborah. Quel est son rapport au type de tâches T_{6R} « calculer l'aire d'un rectangle » ? Pour calculer l'aire d'un rectangle, Déborah ajoute les mesures, comme pour le calcul d'un périmètre : technique fausse qu'on nomme τ. Pour un rectangle de longueur 5 cm et de largeur 3 cm, elle écrit : « 5 cm + 5 cm + 3cm + 3 cm = 16cm^2». Elle est guidée par une technologie personnelle de la notion d'aire, qu'on appellera θ, à partir de la métaphore « d'une fourmi qui traverse le rectangle ». Déborah, en tant que représentante des élèves faibles, ne cherche pas à mettre à l'épreuve les objets qui lui semblent déjà stables ; dans ce cas cette métaphore. Les élèves faibles font preuve de peu de rétroaction. On peut schématiser la construction de son milieu d'étude comme ci-dessous :



Notons qu'il ne s'agit pas d'une description exhaustive, puisque nous ne pouvons pas accéder à l'intégralité du milieu.

L'élève qui réussit est donc celui qui parvient à disposer d'un milieu lui permettant de mettre à l'épreuve sa réponse, un milieu dont il est capable de percevoir les rétroactions qui vont provoquer chez lui un besoin en savoir, ou le placer face à ses propres erreurs. Il se crée ou on lui crée un milieu avec lequel la confrontation permet d'identifier une technique ou une technologie personnelle fausses. A partir de cette rétroaction, un bon élève va chercher de nouvelles réponses dans des médias, afin de modifier son rapport et le faire tendre vers celui attendu. Reprenons le cas de Sarah. Il existe une première rétroaction du milieu institutionnel provoquée à l'occasion des exercices en classe, qui la fait s'interroger sur la technique utilisée par le professeur pour une conversion sans recours au tableau. Elle cherche des réponses au centre d'aides aux devoirs et intègre dans son équipement praxéologique, à partir de ses conversations, un nouveau rapport à T_8, insérant la nouvelle technique τ_{82}.



Le milieu créé par les bons élèves contient une dimension qui le fait voir comme un média parce qu'il l'informe des manques mais aussi de ces erreurs. A ce titre, on peut dire que le bon élève organise pour lui-même de nouvelles premières rencontres avec les types de tâches pour lesquels il a construit des éléments de praxéologies plus ou moins erronés.

Les bons élèves mettent sans cesse à l'épreuve les objets de savoir, ils les confrontent à un milieu, et certaines œuvres jouent alors le rôle de média, permettant de vérifier la robustesse des organisations mathématiques auxquelles un rapport a été établi. Cette interrogation incessante n'est autre que la mise en œuvre d'une dialectique média-milieu, qui permet de déstabiliser les rapports aux praxéologies antérieurement bâtis. Une telle dialectique leur permet de débusquer des erreurs ou de combler des manques afin de reconstruire des univers praxéologiques mathématiquement adéquats aux rapports institutionnellement attendus. La place des questions dans la construction du milieu d'étude à la maison va, par conséquent, nous interroger par la suite. S'il est nécessaire de rencontrer son ignorance pour que se crée un apprentissage, c'est-à-dire l'établissement ou la modification d'un rapport au savoir, cette rencontre ne peut se faire sans un milieu idoine au sein duquel certaines œuvres se comporteront en média et permettront de construire ou reconstruire des mathématiques correctes.

6. Analyse qualitative : milieu rural et urbain

6.1 Classes issues du milieu rural

6.1.1 Caractéristiques des élèves issus du milieu rural

Dans l'échantillon statistique étudié précédemment, les élèves ont été classés en trois catégories selon leur établissement d'origine : rural, urbain Réseau Education Prioritaire désigné plus simplement REP, et urbain non REP, appelé urbain. La population rurale de du sondage comptabilise 305 élèves. Lors de l'étude statistique, nous avons pu dégager précédemment quelques tendances que nous rappelons brièvement ici.

- Les élèves issus de populations rurales utilisent majoritairement deux ou trois ressources.

- Lors de leur travail quotidien, 26,2 % des élèves ruraux utilisent leur manuel pour y rechercher une piste de réponses aux questions surgies au cours de l'étude, ou vérifier si leur solution est juste. Ce pourcentage est élevé lorsqu'on le rapporte à ceux de leurs camarades de centre-ville ou de REP, s'élevant respectivement à 21,4 % et 19,8 %.

- Lors de leur travail personnel, qu'il soit quotidien ou concernant les révisions de contrôles, les élèves ruraux sont 46,1 % à se lancer dans la recherche d'éléments technologiques à partir de leur manuel. La différence est très significative avec les autres populations REP (25,4 %) et urbaine (34,1 %).

- 38,9 % des élèves ruraux utilisent des exemples corrigés dans leur manuel en tant que compléments à leur travail personnel. L'écart avec les élèves REP et urbains est très significatif (respectivement 26,2 % et 27,7 %).

- L'analyse statistique montre aussi que les élèves ruraux sont moins nombreux en proportion (91 % contre 96,5 % en REP et 96 % en zone urbaine) à rechercher des ingrédients technologiques dans leur partie « cours » que leurs camarades de REP et de centre-ville.

Ces différents éléments mis en relation nous amènent à la question suivante : **« Les élèves ruraux souffriraient-ils d'un déficit d'ingrédients technologiques en provenance du système didactique principal ? Seraient-ils alors contraints de questionner leurs manuels ? »**

Parmi la population rurale de notre échantillon, on trouve les élèves issus du collège d'Aigueperse (collège 2). Les élèves de cet établissement sont au nombre de 56. Ils confirment en partie les résultats généraux énoncés ci-dessus. En effet :

- 15 élèves sur 56 utilisent leur manuel dans leur travail quotidien, pour y rechercher des informations et trouver une piste. Cela représente soit 26,8 % des élèves

- La recherche de technologies dans le manuel concerne 24 élèves sur 56 soit 42,8 %.

- 18 élèves sur 56 recherchent des exemples corrigés dans leurs manuels, soit 32,1 % d'entre eux.

Comparons les résultats du collège 2 avec les résultats issus des populations rurales de l'échantillon précédent.

Item	Population du collège 2	Population rurale
1. Le professeur a donné un exercice à rechercher à la maison. Tu cherches une piste ou tu vérifies si ta solution est juste grâce à un manuel de mathématiques.	26,8 %	26,2 %
2. Pour trouver la solution d'un exercice difficile (donné par le professeur ou non) tu relis la leçon du livre pour trouver une propriété, un théorème, une définition.	42,8 %	46,1 %
3. Pour trouver la solution d'un exercice difficile (donné par le professeur ou non) tu relis la leçon du livre pour trouver un exemple corrigé.	32,1 %	38,9 %

Pour les deux premiers items, les résultats provenant du collège 2 sont, contrairement au dernier item, sensiblement les mêmes que ceux issus des populations rurales. Pour ces derniers, l'échantillon issu du collège 2 est représentatif[45] de la population rurale de notre panel. Pour le troisième item, il existe une différence légèrement plus grande avec la population rurale de référence. On peut invoquer le fait que dans le manuel choisi par les professeurs de ce collège, n'existent pas d'exemples corrigés dans la partie cours et que

[45] Les pourcentages à comparer sont P= 0,262 et p_0 = 0,268. On a $Q = 1 - P = 0{,}738$.

p_0 suit une loi normale de moyenne P et de variance $\frac{PQ}{N}$.

On a bien NP= 56×0,262=14,672> 5 et NQ= 56×0,738=41,328 > 5

L'intervalle de fluctuation à 95 % est donné par

$$I = \left[P - 1{,}96 \times \sqrt{\frac{PQ}{N}}\ ;\ P + 1{,}96 \times \sqrt{\frac{PQ}{N}}\right]$$

Il vient :

$$I = \left[0{,}262 - 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}262 \times 0{,}738}{56}}\ ;\ 0{,}262 + 1{,}96 \times \sqrt{\frac{0{,}262 \times 0{,}738}{56}}\right]$$

Soit $I = [0{,}146;\ 0{,}377]$. Or p_0 = 0,268. D'où $p_0 \in I$

peu d'exercices le sont. Le collège 2 est donc un « bon représentant » des spécificités des gestes de l'étude des collèges ruraux pour les deux premiers items. Ainsi sommes-nous allés enquêter de manière plus détaillée et précise sur cet établissement à partir d'entretiens avec six élèves. L'enjeu de cette partie est donc de recueillir des traces permettant d'obtenir un éclairage sur les questions posées par l'analyse quantitative. Plus particulièrement, dans ce paragraphe, nous nous interrogeons sur la question suivante : « Pourquoi l'usage dans le collège 2 du manuel comme apport d'une dimension technologique, est-il plus important que dans les autres collèges ? »

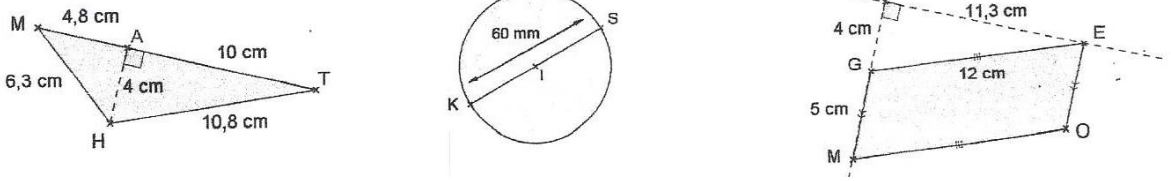
Même si cette question est plus particulièrement étudiée dans ce qui suit, nous n'oublions pas de poursuivre l'enquête visant à récolter les différentes techniques d'étude selon le niveau de l'élève : bon, moyen ou faible, ainsi que le milieu d'étude qu'ils élaborent. Dans la suite, nous étudions donc les gestes de six élèves en termes d'usage du manuel et, plus généralement, de leurs techniques d'étude des mathématiques, sur le thème des aires et périmètres. Pour ce faire, dans la classe de y_2, un premier entretien est réalisé en amont du contrôle sur les aires, quelques jours auparavant. Un deuxième entretien suit le premier après le contrôle. Lors du deuxième entretien, les copies n'ont pas encore été rendues. Leur résultat noté est par conséquent découvert à ce moment par chacun des élèves. L'échantillon interrogé est constitué de :

- deux bons élèves en mathématiques : Ambre et Bastien
- deux élèves moyens : Mathilde et Alicia
- deux élèves faibles : Ophélie et Noa.

6.1.2 Analyse du contrôle donné par y_2

Le contrôle[46] donné par y_2 porte sur deux notions : les nombres relatifs ainsi que les aires et périmètres. Chaque partie est notée sur 10 points. Nous nous intéressons aux exercices du contrôle portant sur les aires et les périmètres. Ainsi analysons-nous uniquement les exercices 5 et 6 du devoir. Dans la suite, les notes des élèves sur 10 points sont celles concernant ces deux exercices. Voici l'énoncé de l'exercice 5.

Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.



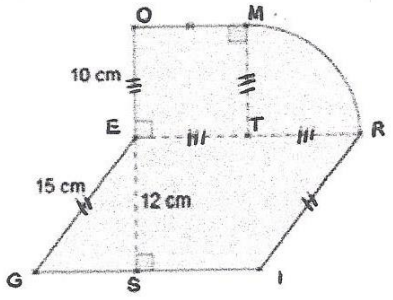
L'exercice 5 demande la réalisation de trois tâches. La première, notée sur 1,5 point, appartient au type de tâches T_{6T} (calculer l'aire d'un triangle). Le triangle proposé est acutangle, la hauteur est donc située à l'intérieur du triangle. La deuxième notée sur 1,5

[46] Disponible en annexe 24.

point porte sur le calcul de l'aire du disque, type de tâches T_{6D} ; le disque étant défini par son diamètre. La troisième notée sur 1 point concerne l'aire d'un parallélogramme, type de tâches T_{6P}. La hauteur du parallélogramme est dans ce cas située à l'extérieur de la figure. Pour les figures 2 et 3, certaines données sont inutiles. Les élèves qui, lors de leurs révisions, n'auraient pas identifié ce que sont la hauteur et la base du triangle ou du parallélogramme, peuvent s'engager dans des calculs faux.

Ci-dessous l'énoncé de l'exercice 6 :

Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.



L'exercice 6 met en jeu le type de tâches T_9 qui consiste à décomposer la figure en plusieurs sous-figures usuelles dont on sait calculer l'aire. Les sous-figures à déterminer sont celles d'un parallélogramme dont la hauteur est située à l'intérieur, d'un carré et d'un quart de disque. Chaque sous-figure rapporte 1 point. La somme des aires des sous-figures, est notée sur 1 point. L'exercice 6 est noté au total sur 5 points.

6.1.3 Organisation mathématique et milieu d'étude construit dans la classe de y_2

Le professeur y_2 suit le découpage du manuel[47] en « notions ». Tous les documents de y_2 sont disponibles en annexe 25.

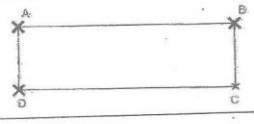
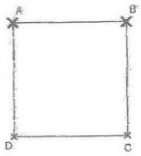
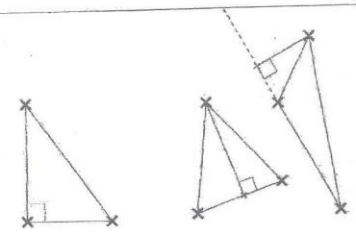
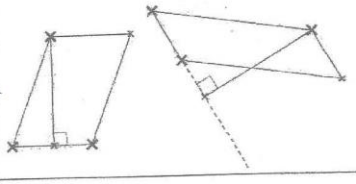
6.1.3.1 Etude de la leçon

La leçon qui constitue ce que les élèves ont à apprendre est constituée de deux parties : la « notion » 31 et la « notion » 32. La première, intitulée « calculer l'aire d'un polygone usuel », se résume en un tableau récapitulatif des formules d'aires du rectangle, du carré, du triangle et du parallélogramme. Elle se termine par l'énonciation des unités d'aires, pour lesquelles aucun lien entre elles n'est proposé. Ci-dessous, la photocopie du tableau constitutif de la leçon tel que distribué et complété par les élèves :

[47] Disponible en annexe 28.

Notion 31 **Calculer l'aire de polygones usuels.**

RAPPELS

Aire du rectangle = longueur × largeur = L × l	
Aire du carré = côté × côté = c × c	
Aire du triangle = $\frac{b \times h}{2}$ = $\frac{\text{base} \times \text{hauteur}}{2}$	
Aire du parallélogramme = c × h = côté × hauteur	

RAPPELS Les unités d'aire sont : hm^2, hm^2, dam^2, m^2, dm^2, cm^2, mm^2.

L'aire du parallélogramme est présentée comme un rappel, bien que cela ne figure pas au dans le programme antérieur. Les deux premières figures (rectangle et carré) ne sont pas codées. Pour l'aire du triangle et du parallélogramme, plusieurs figures sont rattachées à la formule. Elles représentent différents cas. Pour les triangles, il s'agit d'un triangle acutangle, obtusangle, et rectangle. Pour le parallélogramme, la hauteur est située à l'intérieur de la première figure, et à l'extérieur de la deuxième. Les lettres utilisées dans les formules ne sont pas explicitées, ni mises en lien avec les figures. La hauteur ne fait pas l'objet d'une définition. La leçon repose sur la théorie Θ_L qui est la théorie des aires avec mesures. La leçon ne fait pas mention de la théorie sans mesure. Il n'y pas d'exemple, la leçon est réduite à une liste de technologies (les formules) sans bloc pratico-technique.

La deuxième partie de la leçon, intitulée « calculer l'aire d'un disque », concerne, certes, le calcul de l'aire du disque mais aussi le calcul du périmètre du cercle, comme on peut le voir ci-dessous :

Notion 32 **Calculer l'aire d'un disque.**

RAPPEL La Longueur d'un cercle est aussi appelée ...périmètre.....du cercle ou .....circonférence.....du cercle.

Périmètre d'un cercle de rayon R = ...$2 \times \pi \times R$

Circonférence d'un cercle de diamètre d = ...$\pi \times D$.....

AIRE D'UN DISQUE DE RAYON R = ...$\pi \times R^2$.....

Exemple Calculer le périmètre et l'aire d'un disque de rayon 3 cm. On donnera les valeurs exactes et les valeurs arrondies au centième.

$P = 2 \times \pi \times 3$	$A = \pi \times 3^2$
$P = 6\pi$	$A = 9\pi$
$P \approx 18,85$	$A \approx 28,27$

Le périmètre du cercle est défini comme la longueur du cercle. Le mot « circonférence » est énoncé. Le périmètre du cercle est donné en fonction du rayon ainsi qu'en fonction du diamètre. Dans la première formule figure le mot « périmètre », alors que dans la deuxième le mot « circonférence » est utilisé. Un exemple de calcul de périmètre et d'aire du disque comportant la valeur exacte et la valeur arrondie, fait suite aux formules. Les unités ne figurent pas dans les calculs. Le professeur y_2 utilise des nombres abstraits. Dans cette deuxième partie, un bloc technologique et un bloc pratico-technique sont présents. Le bloc technologique est restreint à l'énonciation des formules et à une phrase mettant en relation longueur du cercle, périmètre du cercle et circonférence du cercle.

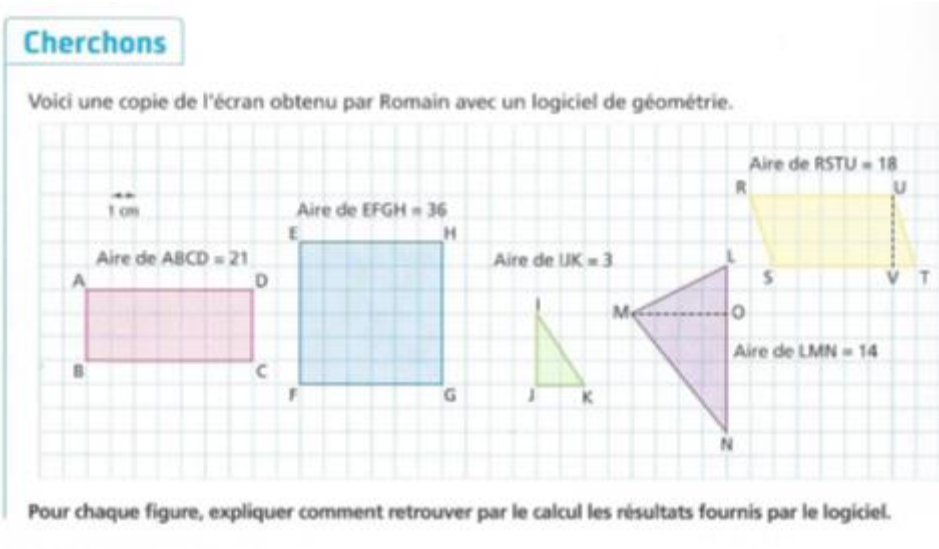
6.1.3.2 Etude des exercices

Deux exercices sont extraits de fiches polycopiées. Les autres sont issus du manuel de la classe. Le corpus d'exercices est disponible dans l'annexe 10.27. Nous recensons les tâches portant sur les périmètres.

Types de tâches	T_5 périmètre d'un polygone	T_{5D} périmètre d'un cercle	Total
Technique	$\boldsymbol{\tau_5}$ Faire la somme des longueurs	$\boldsymbol{\tau_5}$ Appliquer la formule $\pi \times D$	
Technologie Théorie	Définition du périmètre Θ_L	Formule $\pi \times D$ Θ_L	
Nombre d'exemplaires	0	3	3

On peut constater que les tâches relatives aux périmètres sont peu nombreuses au sein de l'organisation didactique mise en place par le professeur y_2 : il a essentiellement fait porter ses séances d'enseignement du thème sur l'étude des aires.

On poursuit par la recension des tâches concernant les aires. Le professeur y_2 propose à ses élèves 5 des tâches du type T_6 « calcul d'aires par comptage d'unités d'aires ». L'unité n'est pas à choisir, elle est donnée par le manuel. Il s'agit exclusivement de carrés sur un quadrillage. Cet exercice est réalisé par y_2 en introduction des formules d'aires.



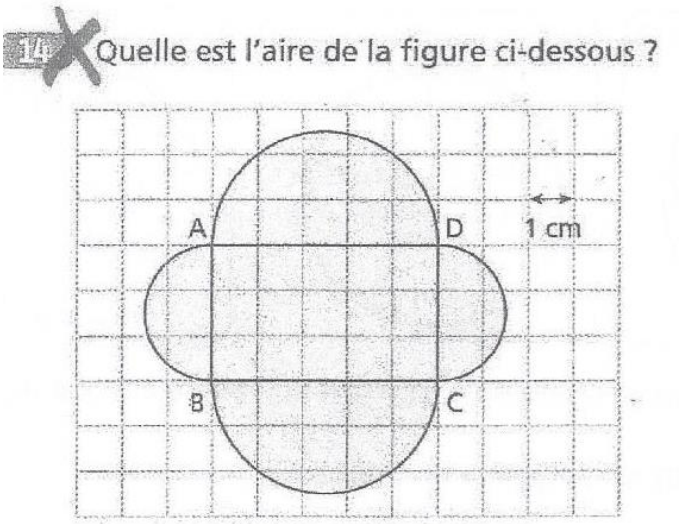
Types de tâches	T_6
Technique	L'unité est donnée par le manuel (aire d'un carreau). Compter le nombre d'unités d'aires avec le quadrillage.
Technologie	Θ_L
Nombre d'exemplaires	5

La classe 2 a aussi effectué des exercices sur le calcul d'aires, par application de formules. Ils concernent les types de tâches $T_{6C}, T_{6R}, T_{6T}, T_{6D}, T_{6P}$ qui demandent le calculer les aires respectivement d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque, d'un parallélogramme, et T_9, calculer l'aire d'une figure en la décomposant de plusieurs figures usuelles.

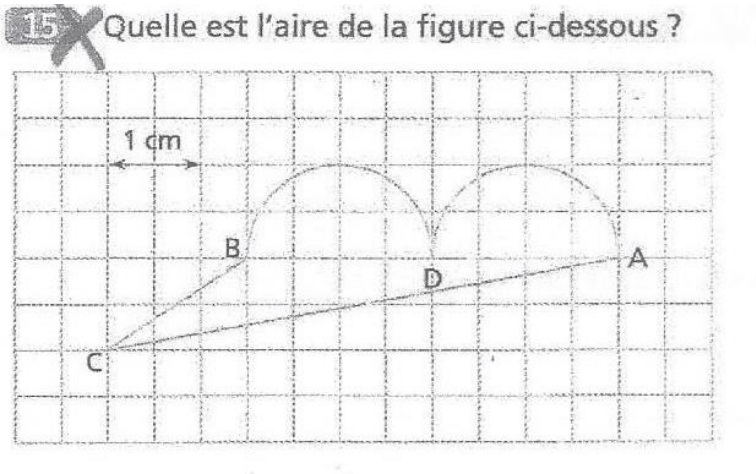
Types de tâches	T_{6C} aire du carré	T_{6R} aire du rectangle	T_{6T} aire du triangle	T_{6D} aire du disque	T_{6P} aire du parallélogramme	T_9	Total
Technique	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{91} décomposer la figure en aires de sous-figures et en faire la somme. ou τ_{92} avec une différence	
Technologie	formule $c \times c$ Θ_L	formule $L \times l$ Θ_L	formule $b \times h \div 2$ Θ_L	formule $\pi \times R \times R$ Θ_L	formule $b \times h$ Θ_L	figures équidécom--posables θ_1 Θ_H puis Θ_L	
Nombre d' exemplaires	2	2	9	8	3	4	28

Pour le travail de T_{6T}, on comptabilise les supports de 2 triangles rectangles, 4 triangles acutangles (hauteur située à l'intérieur), 3 triangles obtusangles (hauteur située à l'extérieur). Pour T_{6D}, on trouve 5 calculs de disques entiers et le calcul d'un quart de disque et de deux demi-disques. Ces derniers mobilisent aussi Θ_H. Pour le travail de T_{6P}, concernant l'aire du parallélogramme, toutes les hauteurs se situent à l'intérieur du parallélogramme. On peut souligner pour l'étude de T_9, que le professeur y_2 sollicite la technique τ_{91} (décomposition en sous-figures et utilisation d'une somme) dans 3 des tâches.

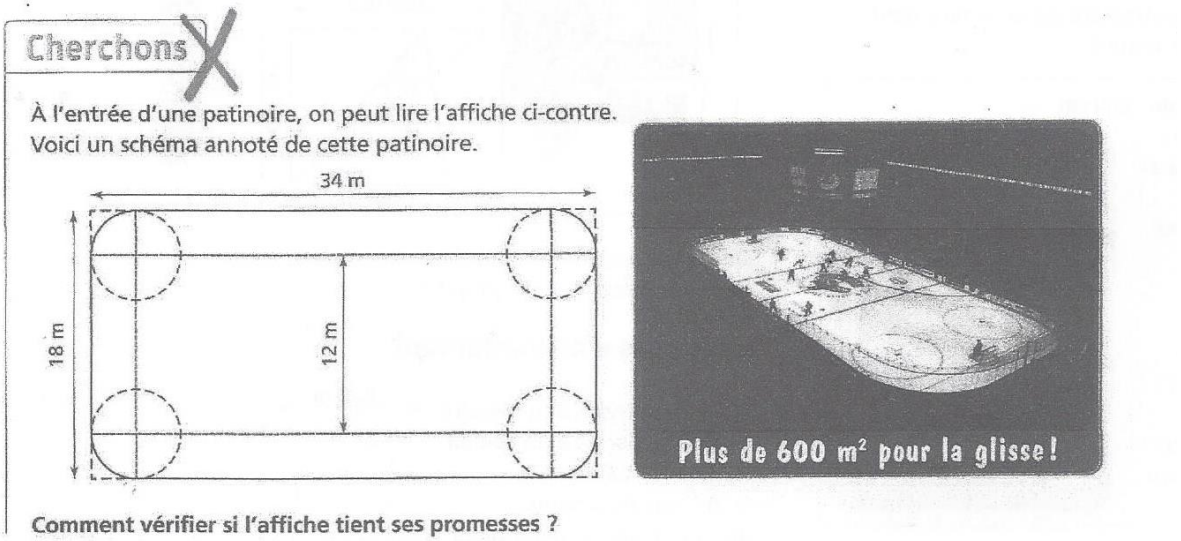
Le numéro 14 page 165, porte sur la somme de l'aire d'un rectangle et deux disques.



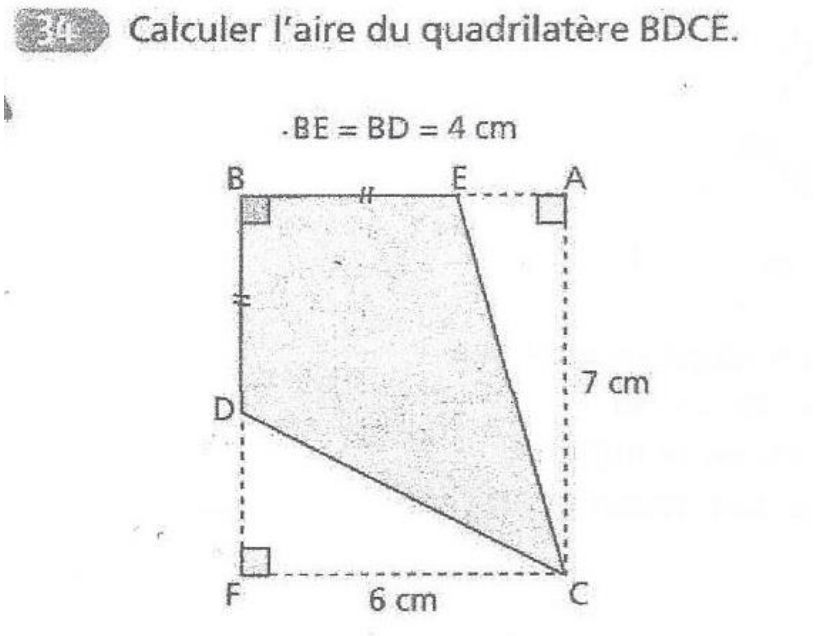
Dans le numéro 15 page 165, on trouve l'aire d'un triangle, dont la hauteur est extérieure, à laquelle on ajoute l'aire d'un disque.



Le numéro 33 page 166, concerne des rectangles et un disque à recomposer à partir de 4 quarts de disques. On peut relever que cet exercice peut aussi se résoudre grâce à la technique τ_{92} : aire d'un rectangle auquel on ôte quatre fois une aire obtenue par différence d'aires d'un carré avec un quart de disque.



Pour ces trois tâches, les disques sont partagés en deux demi-disques. Ils nécessitent, pour les recoller et obtenir le disque complet, de se placer sous l'élément théorique qui concerne la théorie des grandeurs sans mesure. La technique τ_{92}, utilisant la décomposition d'une sur-figure et l'usage d'une différence, est employée dans un seul des exercices à rechercher, le numéro 34 page 170. On ôte l'aire de deux triangles à l'aire d'un rectangle.



L'organisation mathématique enseignée par y_2 contient aussi les types de tâches suivants au nombre d'un seul exemplaire chaque fois :

7 Un garage rectangulaire possède une aire de 41,8 m² et l'un de ses côtés mesure 4 m. Quelles sont les dimensions de ce garage ?

A partir de l'aire d'un rectangle et de la largeur d'un rectangle trouver sa longueur.

30 Dire si l'affirmation suivante est vraie ou fausse et justifier la réponse : « On peut construire un carré ayant une aire de 92,16 cm² et un périmètre de 38,4 cm. »

A partir de l'aire d'un carré ou du périmètre d'un carré trouver son côté.

9 DÉFI!

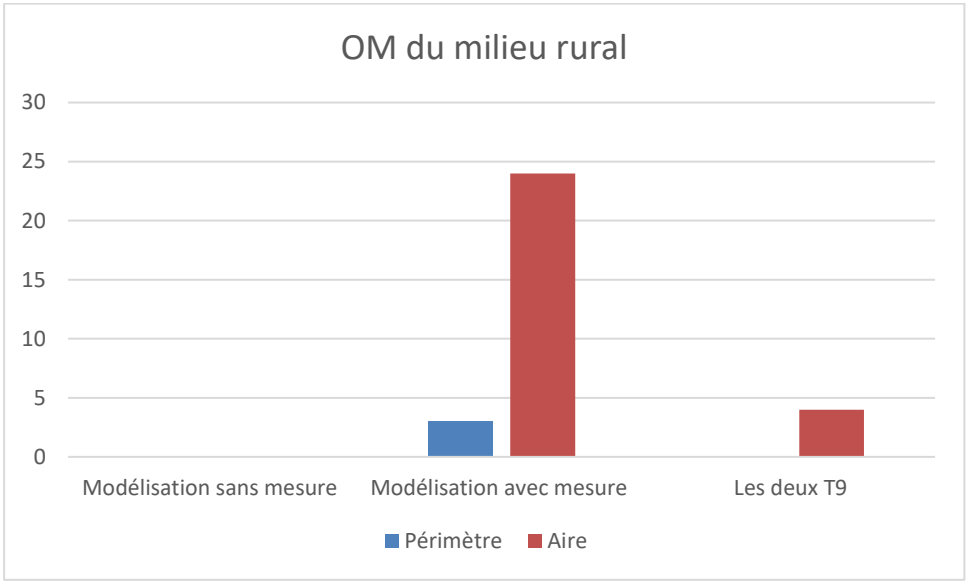
Un triangle rectangle a un côté de 6 cm, un autre de 10,9 cm et un périmètre égal à 26 cm. Quelle est son aire ?

A partir du périmètre d'un triangle rectangle et de deux de ses côtés, trouver la longueur du troisième. On trouve aussi un exercice dans lequel, à partir de phrases de la vie courante, l'élève doit écrire si elles concernent le périmètre ou l'aire.

Consigne Dire si la situation évoquée fait penser à la notion de périmètre ou d'aire.

1. Je vais repeindre les murs de la salle à manger. .....
2. Je dois refaire la clôture de mon pré. .....
3. Je vais tondre mon gazon. .....
4. Je dois refaire la toiture de ma grange. .....
5. Je veux installer une guirlande lumineuse le long de mon toit. .....
6. Je fais le tour de la place Charles de Gaulle à Paris, en vélo. .....

On peut conclure de l'étude des exercices proposés que les tâches relatives aux périmètres sont peu travaillées. Seuls les périmètres des cercles apparaissent dans les exercices, mais en nombre très restreint de trois exemplaires. L'étude de l'aire sans mesure est absente du corpus de y_2 ainsi que le travail des conversions. Seules les unités d'aires sont énoncées sous la forme d'une liste, mais sans mentionner le lien qu'elles entretiennent entre elles. On note une grande disparité entre les différentes formules. On trouve surtout des exemplaires de types de tâches travaillant les aires du triangle et du disque. Les tâches appartenant à T_{6P} (aire de parallélogramme) sont peu présentes ; c'est pourtant sur ce thème le seul type de tâches nouveau de la classe de cinquième. On peut récapituler l'organisation mathématique développée dans la classe 2 par le schéma suivant :



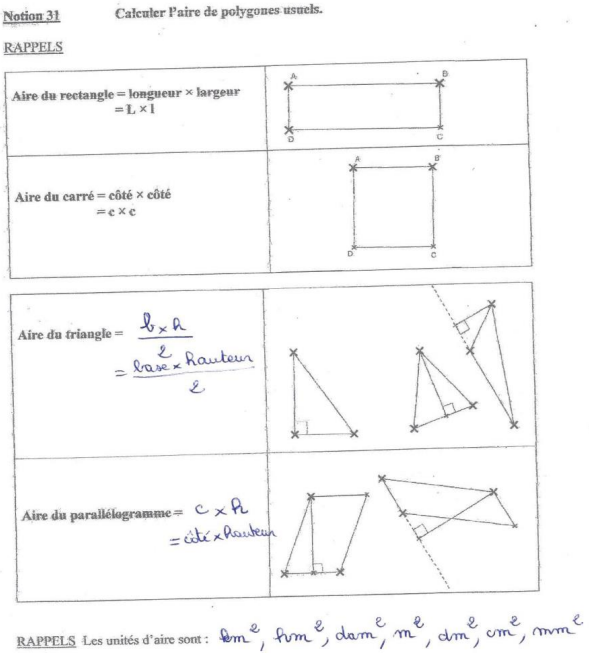
Aucune tâche nécessitant la modélisation des grandeurs sans mesure.

Disparité entre les tâches sur les périmètres et les aires

Peu de tâches T_9

6.1.3.3 Liste des œuvres dans la classe de y_2

Œuvre O_{1A} fiche de leçon : Formules d'aires du rectangle, carré, triangle, et parallélogramme



Notion 31 Calculer l'aire de polygones usuels.

RAPPELS

Aire du rectangle = longueur × largeur
= L × l

Aire du carré = côté × côté
= c × c

Aire du triangle = $\frac{b \times h}{2}$
= $\frac{\text{base} \times \text{hauteur}}{2}$

Aire du parallélogramme = c × h
= côté × hauteur

RAPPELS Les unités d'aire sont : hm^2, hm^2, dam^2, m^2, dm^2, cm^2, mm^2

Œuvre O_{1B} : formules de l'aire du disque et du périmètre du cercle fiches de leçon



Notion 32 Calculer l'aire d'un disque.

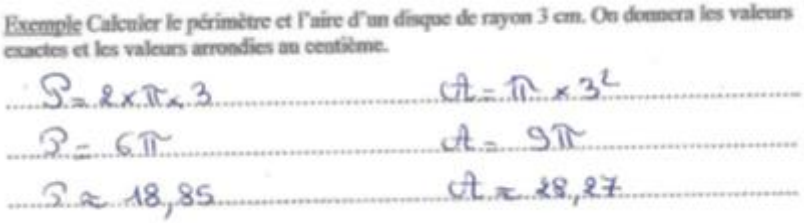
RAPPEL La Longueur d'un cercle est aussi appelée ...périmètre... du cercle ou ...circonférence... du cercle.

Périmètre d'un cercle de rayon R = ...2 × π × R...

Circonférence d'un cercle de diamètre d = ...π × D...

AIRE D'UN DISQUE DE RAYON R = ...π × R^2...

Œuvre O_2 : bloc pratique de la leçon



Exemple Calculer le périmètre et l'aire d'un disque de rayon 3 cm. On donnera les valeurs exactes et les valeurs arrondies au centième.

P = 2 × π × 3 ... A = π × 3^2

P = 6π ... A = 9π

P ≈ 18,85 ... A ≈ 28,27

O_5 : Discussions sur les mathématiques avec les camarades, avec la famille.
O_6 : Feuille de brouillon
O_7 : Calculette.
O_8 : Le nombre π

O_9 : Exercices sur internet provenant de la famille.
O_{10} : Exercices provenant de la famille.
O_{11} : Convertir des unités de longueurs, d'aires.
O_{12} : Calculer l'aire d'une figure.
O_{13} : Calculer le périmètre d'une figure.
O_{14} : Formules de calculs d'aires.

6.1.4 Analyse des entretiens de six élèves dans la classe de y_2 et croisement avec l'organisation mathématique

Dans ce qui suit, on met en évidence à partir des entretiens en annexe 27et des copies en annexe 26, les techniques d'étude de six élèves issus de la classe de y_2, deux bons élèves Ambre et Bastien, deux élèves moyens, Mathilde et Alicia, et deux élèves faibles, Noa et Ophélie. Comme précédemment, il n'est pas possible d'accéder à l'intégralité du milieu d'étude convoqué par les élèves. Notre description est fondée sur les propos recueillis lors des entretiens. Le milieu d'étude se forme lors de leurs révisions, à la maison mais aussi en classe. On cherche à recueillir toutes les œuvres auxquelles nous avons accès lors des entretiens, même si cette liste n'est pas exhaustive. On commence l'enquête avec deux élèves d'un bon niveau en mathématiques (Ambre et Bastien).

6.1.4.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Ambre (8/10)

Le milieu d'étude d'Ambre M_{Ambre} contient :

$\{ O_{12} ; O_{13}; O_6; O_{1A}; O_{1B} ; numéros\ 4\ et\ 9\ page\ 163; leçon\ du\ livre\}$

- O_{12} ; O_{13}

Ambre a identifié les types de tâches à réviser.

> E : ben on a revu les périmètres et les aires des quadrilatères et là maintenant on fait sur les cercles euh enfin les disques.
> E : on a vu le parallélogramme : c'est la nouveauté de cette année et on a revu le carré, le rectangle et le triangle.

-O_6 : cahier de brouillon

Ambre écrit ses révisions sur un cahier de brouillon réservé aux mathématiques. Elle consigne dans ce même cahier les brouillons de devoir-maison. Elle a ainsi accès à la mémoire de son travail personnel.

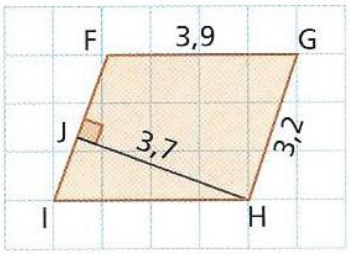
-O_{1A} ; O_{1B} : leçons de la classe

Ambre relit plusieurs fois les leçons polycopiées de la classe. Si besoin elle écrit lorsqu'elle ne comprend pas.

- numéros 4 et 9 page 163

Ambre reprend les exercices sur lesquels elle a éprouvé des difficultés en classe : le numéro 4 et le numéro 9.

4 Les longueurs étant données en cm, **calculer** l'aire du parallélogramme IFGH.



Dans le numéro 4, elle explique qu'elle a inversé les dimensions. Elle a multiplié deux côtés, celui mesurant 3,9 cm et celui de 3,2 cm ; c'est une erreur fréquente pour le calcul de l'aire du parallélogramme. Elle a identifié de manière erronée la hauteur. Il n'y a pas de justification et donc de contrôle technologico-théorique sur la formule « côté multiplié par hauteur ». Ambre ne comprend pas pourquoi il s'agit de multiplier 3,7 cm par 3,2 cm et non 3,9 cm par 3,2 cm. Elle justifie son erreur par un problème de vue.

> E : ben le 4 j'avais mal lu la consigne. Enfin…euh j'avais mal lu les dimensions, les 3,9 et 3,7 j'avais inversé parce que j'ai pas mal de problèmes de vue et donc voilà. Déjà j'avais inversé les chiffres. Et le 9 j'avais oublié une phrase. J'avais oublié la phrase réponse.

Pour le numéro 9, elle a calculé le troisième côté du triangle rectangle mais n'a pas calculé l'aire du triangle. Il lui manque une étape dans le raisonnement. Pour elle, la nature de son erreur est l'oubli d'une phrase conclusion.

9 **DÉFI !**

Un triangle rectangle a un côté de 6 cm, un autre de 10,9 cm et un périmètre égal à 26 cm.
Quelle est son aire ?

- Leçon du livre

> E : Quand j'ai pas trop compris sur ma fiche je regarde cette partie-là *(en montrant la partie cours du livre).*

Ambre consulte la partie « cours » du manuel pour compléter la leçon.

6.1.4.b. Noyaux cognitifs de Ambre et situations possiblement didactiques

Rappelons que les conditions issues des situations possiblement didactiques concernent davantage de conditions que celles que nous évoquons ci-dessous. Nous aurions pu observer le lieu d'étude, dans une chambre seule ou à plusieurs, dans le calme ou dans le bruit, dans la cuisine pendant qu'un parent prépare à manger ou dans le salon avec la télévision. On peut encore évoquer les conditions de fatigue ou de stress. Nous avons restreint notre étude à des conditions globales d'étude, à des facteurs de « bien-être » au collège.

Ambre s'est bien adaptée au collège. Elle fait cinq fois par semaine de la danse. Elle a beaucoup d'amis. Dans son noyau cognitif, elle évalue les mathématiques plus difficiles cette année qu'en classe de sixième. Ses conditions générales d'étude sont favorables. On se penche, à partir de ses propos, sur le noyau cognitif $\tilde{n}$ et la situation possiblement didactique ç =$(\tilde{n}, Ambre, \Delta, C)$. Le noyau cognitif est composé d'Ambre, de l'objet O aires, de l'institution $I = \{Ambre\}$ dans laquelle elle occupe une position d'élève. Ses parents occupent la position d'instance évaluatrice. Ils vérifient la justesse de ses réponses et la conformité de son rapport à O. Parfois elle est, elle-même, sa propre instance évaluatrice, lorsque les praxéologies à étudier sont anciennes et stables. Elle se repère grâce à la répétition de ses réussites à une tâche, en classe.

> E : Ben en général je fais vérifier à mes parents sauf quand je pense que j'ai juste je fais pas vérifier mais quand j'ai un doute je fais vérifier.
> C : donc il y a des exercices où tu es sûre que c'est juste et donc comment tu es sûre que c'est juste ?
> E : en général sur les exercices que j'ai beaucoup faits et où je fais juste sur l'évaluation et les exercices en classe et aussi que j'ai déjà faits en primaire là je sais que c'est bon : je sais faire.

On peut décrire les gestes Δ réalisés par Ambre pour étudier O. Ambre relit les leçons puis relit les exercices. Lorsque dans son noyau cognitif elle évalue une difficulté, elle passe à l'écrit, ou elle sollicite ses parents. Elle sélectionne les exercices qu'elle va refaire lors de ses révisions. Elle refait ceux pour lesquels elle a rencontré des difficultés. Elle relie donc le bloc technologique au bloc pratico-technique. Sa sélection se porte sur l'exercice 4 travaillant le calcul de l'aire d'un parallélogramme, qu'elle reconnaît comme appartenant à un nouveau type de tâches, et sur un exercice atypique, le numéro 9.

6.1.4.c. Les erreurs d'Ambre au contrôle (8/10)

Ambre écrit 26,6 au lieu de 29,6 dans le premier calcul. Cela est certainement dû à une erreur d'étourderie, lors du passage de l'écran de sa calculatrice à sa feuille. Elle se trompe

dans le calcul de l'aire du parallélogramme. Elle multiplie deux longueurs qui ne sont pas la base et la hauteur. On peut relever que dans ses révisions, elle n'avait pas rencontré de spécimens de parallélogrammes où la hauteur était extérieure. Cet élément peut expliquer son erreur.

Equipement praxéologique d'Ambre en position d'élève

Conformément aux attendus institutionnels, Ambre a intégré dans son équipement praxéologique les calculs d'aires du triangle T_{6T}, du disque T_{6D}, et du quart de disque. Elle a établi le lien entre l'aire du disque entier et celle du quart de disque. Ainsi peut-on dire qu'elle a établi un rapport à une organisation mathématique dont l'élément théorique est relatif aux aires sans mesure. En revanche, son rapport au type de tâches T_{6P} « Calculer l'aire d'un parallélogramme » ne contient pas encore un élément technique robuste : elle commet une erreur lorsque la hauteur est située à l'extérieur. Elle apprend la formule par cœur, sans savoir la justifier.

6.1.4.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Ambre

Ambre est organisée, elle possède un cahier spécifique pour ses révisions de mathématiques, cahier où elle consigne aussi ses brouillons de devoirs maison. Son temps de révisions est court : 20 minutes au total. Elle a construit son rapport personnel aux objets « aire » et « périmètre » au fur et à mesure de l'avancée de la classe. Ambre est attentive à l'exactitude des mots. Elle commence par évoquer les aires des cercles, elle se corrige, en parlant de disques.

> E : ben on a revu les périmètres et les aires des quadrilatères et là maintenant on fait sur les cercles euh enfin les disques.

Elle cherche aussi à être précise dans ses réponses lors de son travail personnel : « Je dois répondre le plus précisément possible. » Cette quête de précision fait partie des exigences de ses parents. De plus, elle identifie des continuités et des ruptures entre les types de tâches étudiés l'année précédente et ceux de l'année en cours.

> E : euh après je sais pas pour les autres mais moi je l'avais fait en primaire.
> C : D'accord. Pas en sixième ?
> E : Si en sixième aussi un petit peu, en petits groupes, mais plus en primaire.

Elle a repéré à juste titre T_{6P} comme une nouveauté de la classe de cinquième. Elle est capable de se remémorer le travail réalisé à l'école primaire : elle se souvient l'avoir travaillé en petits groupes en sixième.

Dans la leçon donnée par y_2 sur les aires de figures usuelles, la liste des unités est énumérée sans plus de précision. Ambre ne se contente pas de réciter ces unités. Elle complète le milieu d'étude créé en classe par des exemples de conversions d'unités. Elle déclare revoir « comment on passait de l'un à l'autre ». Pour elle, les unités de longueurs sont « les centimètres et millimètres normaux ». Elle sait qu'il existe deux colonnes par unité d'aire. Elle établit des liens entre le bloc pratico-technique et le bloc technologique. Elle pense qu'un exercice va être de nouveau proposé lors du contrôle parce que le professeur a insisté et qu'il parlait plus « fort » que d'habitude. Ambre cherche, dans les intonations de voix, des indications pour délimiter les contours du contrat didactique.
Elle repère aussi les exercices qui font travailler plusieurs types de tâches. Pour elle, le contrôle en tant qu'aboutissement de l'apprentissage, contient nécessairement des problèmes de synthèse.

C : Pourquoi celui-là plus qu'un autre ?
E : Ah ben parce qu'il fait bien tout réviser je trouve aussi par ce que mme B elle a bien insisté quand on l'a fait.
C : Ah c'est-à-dire ? Elle a dit qu'il allait tomber ?
E : Non non mais dans sa voix, je sais pas, c'était pas comme d'habitude.
C : C'est à dire ?
E : ben, je sais pas, elle parlait fort.

6.1.5.a. Les œuvres du milieu d'étude de Bastien (7,5/10)

Le milieu d'étude de Bastien $M_{Bastien}$ contient { $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{1A}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$; $\boldsymbol{exercice\ page\ 166}$}. Il est donc relativement restreint.

- $\boldsymbol{O_{12}}$: notion d'aires

Bastien a identifié les types de tâches à réviser : calculer des aires de quadrilatères T_6 et calculer l'aire du parallélogramme T_{6P}, qu'il identifie comme nouveau.

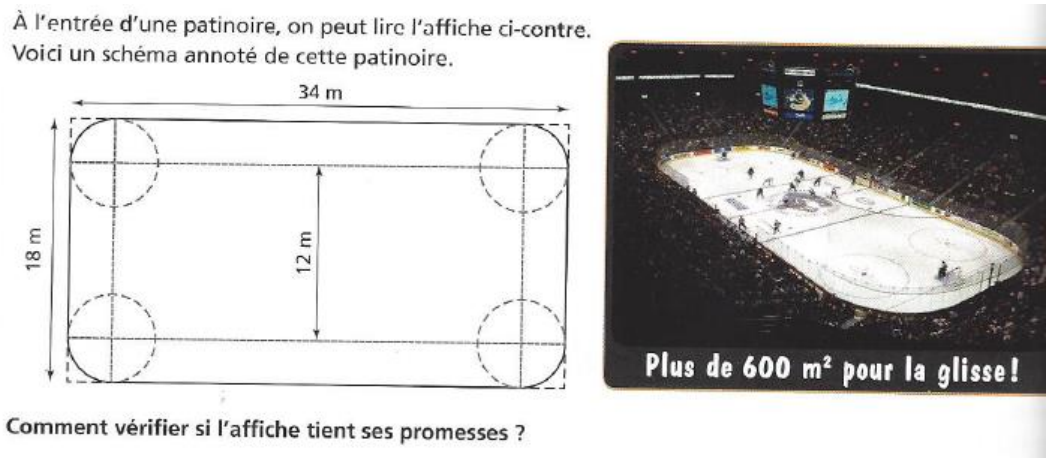
E : ben on a appris à calculer l'aire de plusieurs quadrilatères. Plus en particulier le parallélogramme parce que les autres on les connaissait déjà.

- $\boldsymbol{O_{1A}}$ et $\boldsymbol{O_{1B}}$

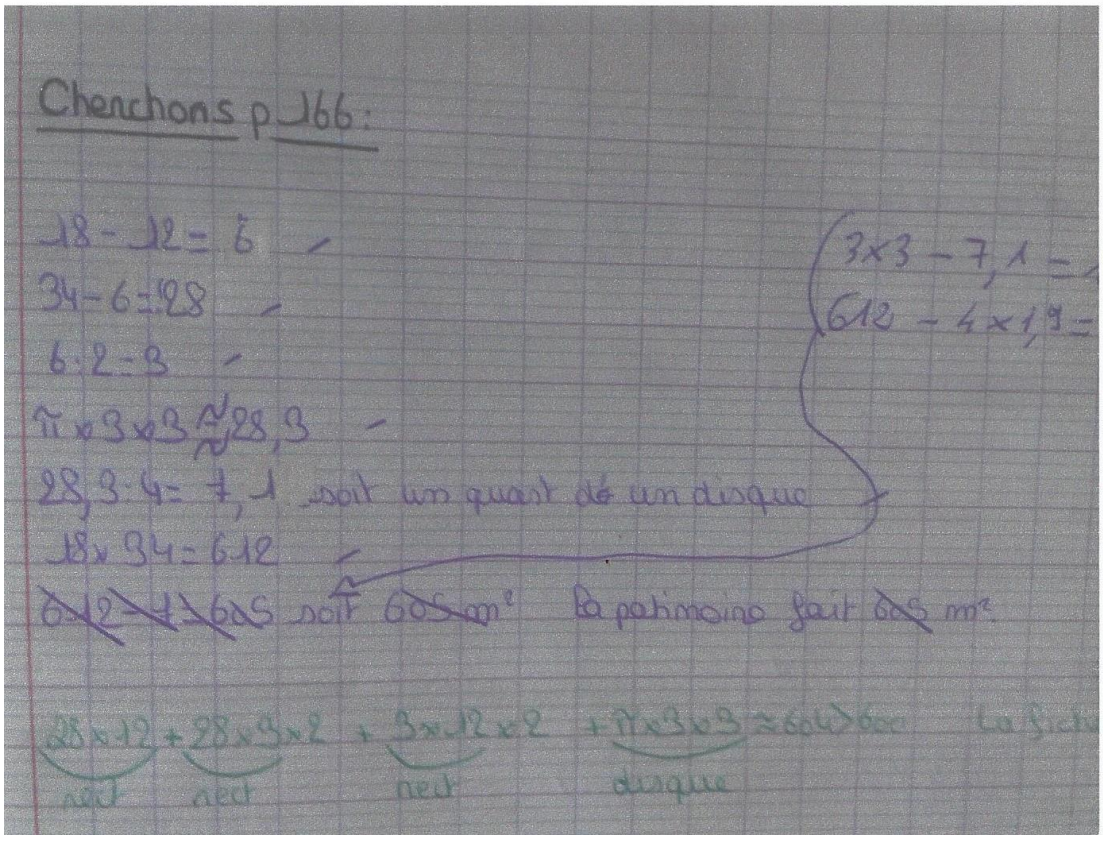
Il intègre dans son milieu d'étude la fiche de leçon sur les aires du disque et le périmètre du cercle, ainsi que celle portant sur les aires des polygones. Notons qu'il révise prioritairement, et à partir de ces polycopiés, l'aire du parallélogramme qu'il sait être une nouveauté par rapport au programme de sixième.

- Exercice « cherchons » page 166

L'exercice « cherchons » page 166 fait aussi partie du milieu d'étude de Bastien, qui ne s'investit cependant pas dans la recherche d'exercices lors de ses révisions. Malgré tout, au fur et à mesure de l'étude du chapitre, il a établi un certain rapport aux techniques de calculs d'aires, notamment à T_9. Il évoque avec nous un exercice qui était à rechercher à la maison, à propos « d'un terrain de basket » qui s'avère être en fait une patinoire, page 166, et qu'il n'a pas tout à fait réussi. Bastien s'appuie sur la correction en classe pour améliorer son rapport personnel à T_9.



Nous avons récupéré dans son propre cahier les écrits de Bastien à propos de cet exercice.



Bastien a calculé l'aire du plus grand rectangle couvrant l'intégralité de la patinoire puis l'aire d'un quart de disque qu'il a ôté au carré de côté 3 m. Il a ensuite multiplié par 4 cette aire, qu'il soustrait à l'aire du grand rectangle précédent. Cette réponse, tout à fait correcte, sollicitant la technique τ_{92}, ne correspond à la correction de son professeur. En effet, l'enseignant fait appel à τ_{91}, en décomposant l'aire à calculer sous la forme d'une somme de rectangles et d'un disque. Il va considérer par la suite que sa démarche, engageant des soustractions, est fausse. Dans son équipement praxéologique, il bâtit un rapport personnel à T_9 avec comme unique technique τ_{91}, faisant intervenir des sommes plutôt que des différences.

6.1.5.b. Noyaux cognitifs de Bastien et situations possiblement didactiques

Bastien estime que sa scolarité se passe bien. Il habite à proximité du collège, entre 5 et 10 kilomètres. Il a beaucoup d'amis. Ses conditions d'étude *C* sont favorables. Le temps qu'il passe à réviser est court, 30 minutes. Bastien s'appuie sur le « découpage et recollement » permettant de former un rectangle pour apprendre la formule de l'aire du parallélogramme. Ces éléments théoriques, justifiant la formule de l'aire d'un parallélogramme n'ont pas été donnés en classe. Bastien les a donc rajoutés à l'organisation mathématique enseignée. Il établit des liens, grâce à sa mère, entre le bloc technologico-théorique et le bloc pratico-technique. Sa mère l'aide dans ses révisions.

Chez Bastien, on peut identifier un noyau cognitif $\tilde{n}$ constitué d'une base cognitive (Bastien et sa mère, O) et de l'index cognitif $(\hat{s}, \hat{v})$ suivant : $\hat{s} = (I, p_E)$. Bastien prend la position d'élève p_E lors de ses révisions. L'instance évaluatrice $\hat{v}$ est soit Bastien, soit sa mère.

Une situation possiblement didactique peut se créer à partir du noyau précédent ς =$(\tilde{n}, mère\ de\ Bastien, \Delta, C)$ dans laquelle on peut décrire la suite de gestes $\Delta\ accomplis$ de la façon suivante. Δ : la mère de Bastien utilise le manuel de la classe qu'elle retranscrit ; elle réexplique à Bastien certains éléments de cours ; elle occupe la position de professeur dans l'institution $\{Bastien, mère\ de\ Bastien\}$

On trouve une deuxième situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Bastien, \Delta, C)$ où Bastien relit les formules de ses fiches de cours. Il apprend pas à pas, morceaux par morceaux. Il regroupe ensemble tout ce qui concerne l'aire du disque, puis à part ce qui concerne le périmètre du cercle.

6.1.5.c. Les erreurs de Bastien au contrôle (7,5/10)

A deux reprises, Bastien commet des erreurs d'arrondis : 900π est arrondi à 2827,433 au lieu de l'arrondi au centième 2827,43 et 100π est arrondi à 314,15 au lieu de 314,16. Il se trompe dans l'identification du côté du parallélogramme : Il utilise 9 cm au lieu de 5 cm.

Equipement praxéologique de Bastien en position d'élève.

Les techniques relatives à T_{6C}, T_{6T} et T_{6D} sont stables chez Bastien. En revanche, son rapport personnel au nombre π pose problème : il ne sait pas trop à quoi il sert et pense que c'est une unité. De même si le concept d'arrondi fait partie de son équipement cognitif, il ne l'est sans doute pas de son équipement praxéologique. Ainsi, lors de l'entretien il nous confie : « valeur exacte et valeur approchée j'ai jamais compris ». Le type de tâches T_{6P} relatif à l'aire du parallélogramme contient la technique τ_{63} (formule) dans le cas d'une hauteur située à l'extérieur du parallélogramme. Bastien se sert du découpage et recollement en tant qu'élément technologico-théorique pour se souvenir de la formule de l'aire. Cependant, lorsque la hauteur est extérieure, comme c'est le cas dans l'exercice 5, Bastien est en échec. Il ne parvient pas à identifier la base intervenant dans la formule, et à mettre en œuvre la technique recourant au découpage et recollement à laquelle son rapport existe pourtant.

Si Bastien se sert de cet élément théorique comme appui pour retenir la formule, son rapport ne va pas jusqu'à son utilisation comme moyen de contrôle de la technique. Dans son équipement praxéologique, le rapport personnel à la technique de T_{6P} qu'il a construit est donc incomplet au regard de certains spécimens de parallélogrammes.

6.1.5.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Bastien

Bastien parvient à repérer les continuités et les nouveautés dans l'organisation mathématique du thème « périmètres et aires » par rapport à l'année précédente. Il a identifié le calcul de l'aire du parallélogramme comme étant un nouveau type de tâches. Il identifie les exercices les plus travaillés, en nombres de tâches accomplies, comme des enjeux du chapitre. Il pense donc que l'aire du parallélogramme et l'aire du disque seront interrogés en contrôle.

E : je dirais l'aire du disque et l'aire d'un parallélogramme
C : Alors pourquoi ceux – là ?
E : Parce que c'est ceux qu'on est en train d'étudier le plus.

Pour réviser, Bastien relit ses leçons, c'est-à-dire les polycopiés collés dans son cahier. Il ne refait pas d'exercices. Il repère les attentes du professeur au sein du contrat didactique : « elle nous a dit de mettre la formule à chaque fois pour calculer. » Bastien utilise aussi les leçons de son livre comme complément de l'étude de la leçon de la classe. Sa mère lui a conseillé cette technique. Lorsqu'il n'arrive pas à s'emparer du cours du manuel, c'est sa mère qui lui explique à sa façon, en prenant appui sur les leçons du manuel. Bastien cherche à comparer les formules qu'il apprend : il remarque que les formules de l'aire du disque et du périmètre du disque se ressemblent mais ne sont pas identiques.

> C : Est-ce que tu as quelqu'un qui t'aide ?
> E : Oui des fois ma mère. Quand je comprends pas trop trop les leçons, des fois elle m'aide.
> C : Mmmh
> E : Elle me réexplique d'une autre façon. Elle regarde le livre.

L'analyse se poursuit à travers les entretiens de deux élèves moyennes : Mathilde et Alicia.

6.1.6.a. Les œuvres du milieu d'étude de Mathilde (7/10)

Le milieu d'étude de Mathilde $M_{Mathilde}$ contient :
{ $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$; $\boldsymbol{les\ unités\ d'aires(\ m^2)}$; $\boldsymbol{exercice\ n°7 page 163}$; $\boldsymbol{O_6}$; **manuel** ; **exercices en classe** }

- $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$; unités d'aires (m^2)

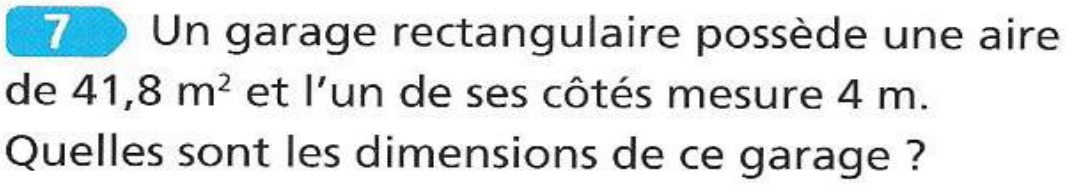
Mathilde a su identifier les objets « aire du triangle », « aire du carré », « aire du rectangle », « aire du parallélogramme », « aire du disque » et « périmètre du cercle » à réviser. Elle les évoque mais ne parle pas de conversions, simplement d'unités comme les m^2. Elle différencie aire du carré et aire du rectangle.

> C : Est-ce que tu peux m'expliquer ce que vous avez fait sur les aires ?
> E : euh... oui. On a déjà, on a fait une première notion, l'aire du triangle, du carré, du rectangle et du parallélogramme. Dans cette même notion on a fait un peu les unités, les m^2 et là on vient d'attaquer une autre notion où on travaille sur l'aire et le périmètre du disque.

- exercice n°7 page 163

Mathilde a intégré dans son milieu d'étude, l'exercice issu de la classe, le numéro 7 page 167. Dans cet exercice, on recherche la longueur d'un rectangle à partir des deux données suivantes : l'aire du rectangle (41,8 m^2) et la largeur du rectangle (4 m).

Mathilde pense que cet exercice sera présent au contrôle car il permet de réinvestir les notions vues en classe.



- O_6(brouillon) ; manuel de la classe, intégralité des exercices

Mathilde utilise une feuille de brouillon pour refaire intégralement les exercices travaillés en classe. Elle se sert de son livre pour avoir sous les yeux les énoncés. Elle ne l'utilise pas en tant que média-ressource.

E : En général, j'ai mon livre à côté, j'ai une feuille de brouillon je cache les réponses d'exercices et je regarde juste les numéros des exercices qui ont été faits.

6.1.6.b. Noyaux cognitifs de Mathilde et situations possiblement didactiques

Mathilde s'est bien intégrée au collège, elle s'entend avec la plupart de ses camarades. Elle déclare que le collège « se passe très bien ». Elle a moins d'un quart d'heure de trajet pour se rendre au collège. Elle arrive à concilier le travail scolaire et la danse qu'elle pratique de manière intensive : trois cours par semaine et les compétitions le week-end. Les conditions C d'étude de Mathilde sont donc favorables.

Mathilde nous explique que pour étudier les mathématiques, elle se met debout et marche autour de son lit. Elle relit cinq fois sa leçon à haute voix. Lorsqu'elle lit la leçon de la classe, composée uniquement de formules, elle explique qu'elle « visualise dans sa tête » les exemples. Elle établit des liens entre les formules constituant le bloc technologico-théorique et bloc pratico-technique, c'est-à-dire qu'elle les relie à des tâches. Notons que dans le cours de y_2 les exemples sont absents. Cependant, les propos de Mathilde nous laissent entendre qu'elle ne va pas jusqu'à résoudre les exemples qu'elle imagine. Elle ne fait que se remémorer sur des exemples le type de tâches que l'on peut accomplir grâce à la formule.

On peut dire que Mathilde met en relation la formule en tant qu'élément technologique et une tâche, en tant qu'exemple générique.

E : Je la lis à voix haute 5 fois en essayant de bien la visualiser dans ma tête et après ça marche.
C : D'accord. Donc là par exemple sur les aires et périmètres, qu'est-ce que tu visualiserais ?
E : Quand on me dit aire du rectangle égal longueur fois largeur, ben…moi dans ma tête, je m'imagine un schéma du rectangle.
Enfin je sais pas comment expliquer je me fais un schéma dans ma tête avec des longueurs par exemple je choisis 3 cm.
C : ok ça c'est pour le rectangle et alors les autres tu fais pareil ?
E : oui pour toutes les autres figures je fais pareil ou alors si il y a un passage que j'ai pas trop compris alors je relis, donc voilà.

Chez Mathilde, on peut identifier un noyau cognitif $\tilde{n}$ égal à $(\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$ où $\hat{\imath}$ = Mathilde,

$O = Aires\ et\ périmètres$.

Mathilde explique qu'elle révise seule, qu'elle lit sa leçon dans sa chambre en marchant. Mathilde parle d'elle-même à la troisième personne du singulier. Elle dit « quand on me dit aire du rectangle égal longueur fois largeur » le pronom personnel « on » fait appel à Mathilde. Elle se représente alors mentalement le schéma avec des dimensions, sous la forme d'un exemple. Mathilde occupe la position de deux personnes : celle qui récite oralement et celle qui visualise mentalement les exemples. On perçoit ainsi la double position incarnée par Mathilde : celle du professeur qui parle et qui questionne, et celle de l'élève qui imagine mentalement des réponses. On retrouve ici un schéma où le professeur détient le savoir, il parle, et où l'élève écoute, se tait, et visualise mentalement. Elle alterne ainsi, dans son noyau cognitif pour réviser, les deux positions « professeur » et « élève ». Dans le noyau cognitif, la position p prend donc alternativement pour valeur p_E et p_P.

Qu'en est-il de l'instance évaluatrice $\hat{v}$? La dernière phrase de l'encadré précédent nous montre que si Mathilde n'arrive pas à relier la formule à une tâche alors elle reprend, relit. Ainsi le lien entre la formule et un type de tâches lui sert de contrôle. Dans son noyau cognitif, lorsqu'elle évalue que son rapport à un objet mathématique n'est pas conforme, alors elle relit la leçon. Mathilde a développé des techniques pour être sa propre instance évaluatrice. De plus elle déclare, en parlant des exercices faits en classe : « je les refais puis je compare par rapport à la correction et je me corrige ». On peut donc conclure que dans son noyau cognitif, l'instance $\hat{v}$ est incarnée par Mathilde elle-même. On envisage, à partir de ses propos, une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Mathilde\ , \Delta, C)$. Les gestes Δ réalisés par Mathilde pour étudier peuvent être décrits comme la réunion de deux suites de gestes désignés par $\Delta_1\ et\ \Delta_2$:

La suite de gestes Δ_1 :

- Mathilde lit 5 fois à voix haute les formules
- Après chaque formule, elle imagine mentalement une figure qui lui correspond

La suite de gestes Δ_2 :

- Elle balaie d'un coup d'œil les exercices et se concentre sur les exercices pour lesquels elle a échoué.
- Elle refait intégralement et brouillon les exercices réalisés en classe, en étant plus attentive aux exercices non réussis.
- Elle se corrige en regard de la correction donnée en classe.

6.1.6.c. Les erreurs de Mathilde au contrôle (7/10)

Mathilde commet une confusion dans les unités. Elle écrit cm^2 au lieu de cm. Elle se trompe dans le calcul 30 × 30 qu'elle confond avec l'addition 30 + 30, soit le double de 30. Ainsi elle écrit sur sa copie : $\pi \times 30 \times 30 = 60\pi$. Elle ne parvient pas à identifier le côté à considérer dans l'exercice 5, ni la hauteur relative à ce côté. Elle multiplie les deux côtés consécutifs du parallélogramme entre eux. Dans l'exercice 6, elle n'identifie pas le rayon : elle divise par deux 10 cm. Enfin, elle calcule l'aire d'un demi-disque au lieu de l'aire d'un quart de disque.

Equipement praxéologique en position d'élève de Mathilde

L'équipement praxéologique de Mathilde contient les techniques relatives au type de tâches T_{6R} calculer l'aire du rectangle, T_{6C} d'un carré, et T_{6T} celle d'un triangle. Pour le type de tâches « calculer l'aire d'un parallélogramme » T_{6P}, Mathilde ne sait pas identifier dans certains cas quel côté considérer et la hauteur qui lui est relative. Il s'agit des spécimens où la hauteur est située à l'extérieur du parallélogramme. Elle sait par contre calculer l'aire du parallélogramme de l'exercice 6. On peut donc conclure que la technique qu'elle a développée pour T_{6P} est incomplète, occultant les cas de parallélogrammes avec une hauteur extérieure. Mathilde manque d'éléments technologico-théoriques justifiant la formule de l'aire d'un parallélogramme.

6.1.6.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Mathilde

Mathilde est autonome dans son travail. Ses parents l'aidaient à l'école primaire. Elle est consciencieuse : elle refait tous les exercices réalisés en classe. Mathilde repère les problèmes qui permettent de regrouper plusieurs types de tâches. Mathilde refait

E : Parce qu'on revoit dans la notion plusieurs, enfin, tout ce qu'on a appris pour calculer l'aire.
C : Et pourquoi il te semble que celui- là il devrait tomber ? Qu'est qui te fait dire que celui-là, il devrait plus tomber, plus que les autres ?
E : ça fait revoir ça et puis ça fait calculer aussi.

l'intégralité des exercices étudiés en classe. C'est une demande provenant de son professeur, à l'attention de sa classe.

Les techniques d'étude de Mathilde sont issues de provenances différentes :

- De l'assujettissement à l'institution « classe » : par exemple, refaire l'intégralité des exercices
- Personnelles comme marcher debout et relire cinq fois la leçon.

6.1.7.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Alicia (6/10)

Le milieu d'étude d'Alicia, M_{Alicia} contient : { $\boldsymbol{O_{12}}$; ***fiche outil et livre***; ***exercices sur le disque*** }

- O_{12} : Alicia n'a pas identifié les types de tâches enjeux de l'étude. Dans ses propos, ce qui est à réviser pour le contrôle demeure vague. En effet, elle repère les leçons à réviser par des numéros. Ce sont les numéros des notions utilisés par le professeur en classe, et qui correspondent à l'organisation du livre. Elle est capable de réciter ces numéros par cœur mais pas leur contenu.

C : Le contrôle, il porte sur quoi ?
E : Euh sur plusieurs notions, ben la 31 et la 15 aussi.
C : C'est-à-dire ? C'est quoi ?
E : Blanc

- « fiche outil » créée par Alicia à partir du livre

Alicia désigne par « fiche outil » une fiche qui fait fonction de résumé dont le recto porte sur les aires et le verso sur les périmètres. Elle se sert du manuel de la classe pour créer cette fiche.

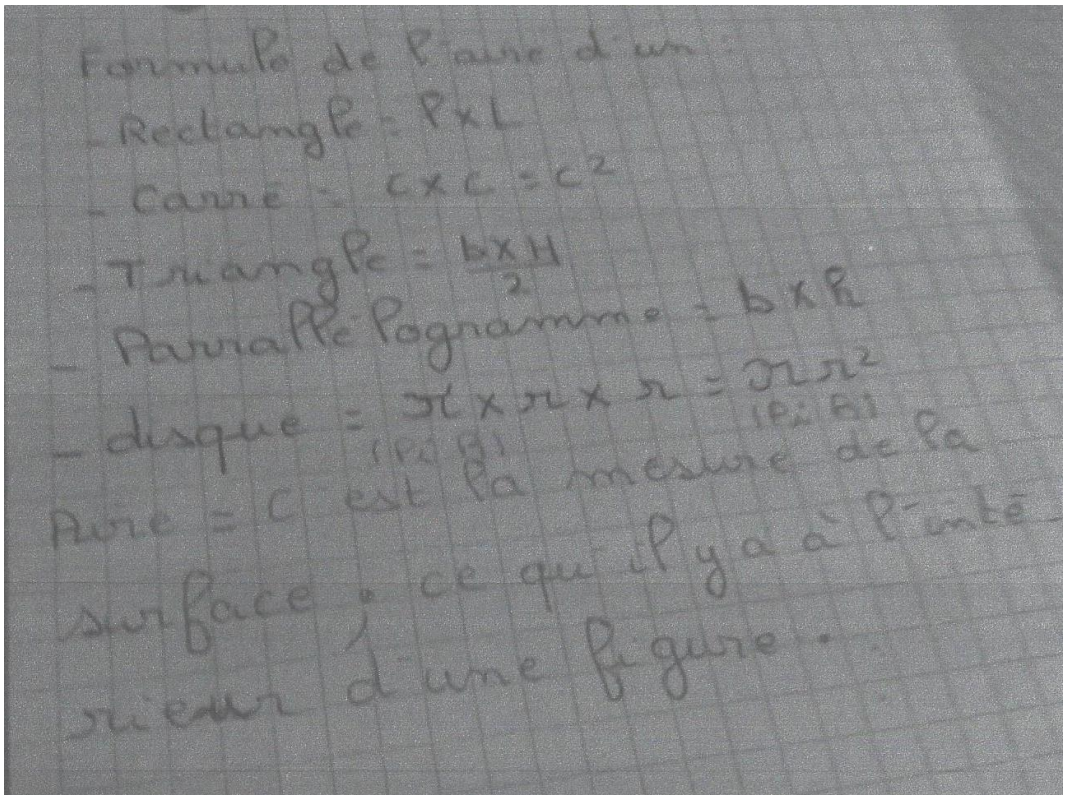


Figure 11. Recto de la fiche outil d'Alicia

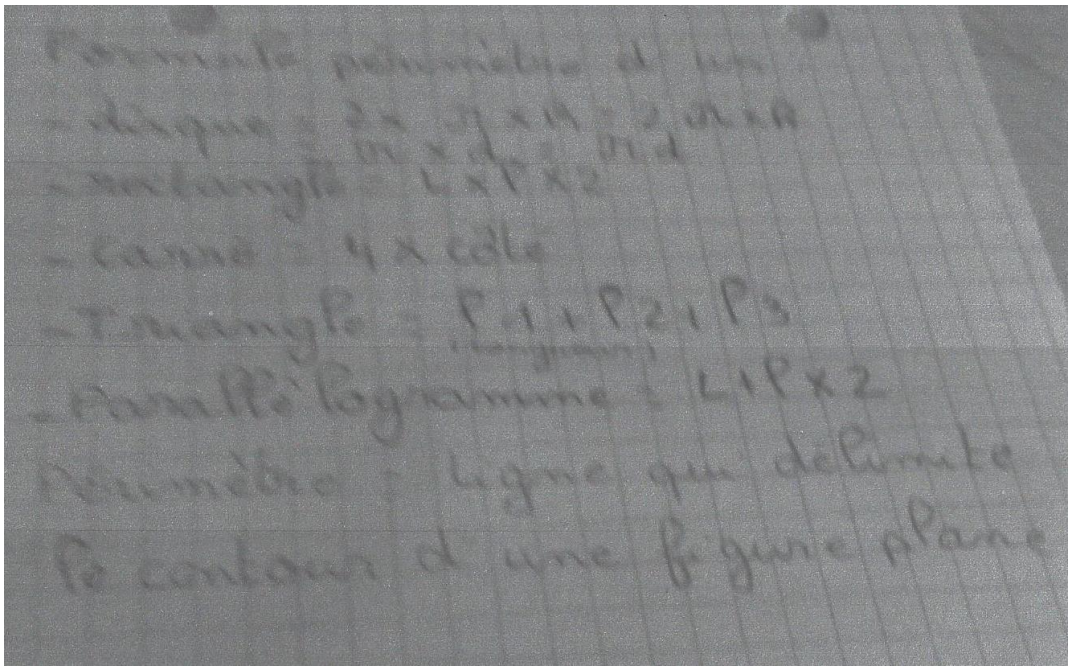


Figure 12. Verso de la fiche outil d'Alicia

On remarque que dans cette fiche la formule des périmètres du rectangle et du parallélogramme sont fausses : il manque des parenthèses.

- Exercices sur le disque

Alicia déclare avoir réalisé des exercices mais ne se souvient plus lesquels.

6.1.7.b. Noyaux cognitifs d'Alicia et situations possiblement didactiques

Alicia trouve que le collège se passe bien, même si elle estime que son année en mathématiques n'est pas une réussite. Elle fait partie des élèves moyennes de la classe. Elle vient aux séances de soutien, organisées pour quelques-uns par le professeur de la classe. On trouve chez Alicia un noyau cognitif constitué d'Alicia, de l'objet O, où $\hat{s} = (p_E; \{Alicia, parents\ d'Alicia\})$ et $\hat{v}$ est représenté par les parents d'Alicia qui contrôlent la justesse du rapport personnel d'Alicia aux objets d'étude. On entrevoit une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Alicia, \Delta, C)$.

Alicia construit pour elle-même, à travers Δ, un milieu composé d'une fiche constituée des formules des périmètres et des aires, ainsi que deux phrases écrites en rouge : « le périmètre est la ligne qui délimite le contour d'une figure plane » et « l'aire c'est la mesure de la surface ; ce qu'il y a à l'intérieur d'une figure. » Ces phrases risquent d'être insuffisantes pour qu'elle puisse construire un rapport idoine aux grandeurs « aire » et « périmètre ».

6.1.7.c. Les erreurs d'Alicia au contrôle (6/10)

Alicia s'est trompée dans le calcul de l'aire du parallélogramme : elle a multiplié 9 par 11,3 au lieu de 5 par 11,3. Elle a en effet bien repéré la hauteur mais n'a pas identifié le côté de 5 cm. Elle décompose dans l'exercice 6 la figure en sous-figures, mais celles-ci sont fausses puisqu'elle confond trapèze et parallélogramme. Elle multiplie les nombres qu'elle trouve face aux figures de l'énoncé.

Equipement praxéologique d'Alicia en position d'élève

Le rapport qu'elle entretient aux techniques relatives à T_{6C} et T_{6D} sont conformes aux rapports aux techniques attendues. Par contre, les techniques relatives à T_{6T} et T_{6P} (triangle et parallélogramme) sont incorrectes. En effet, Alicia qui a appris par cœur les formules, les confond : elle divise par deux le produit du côté par la hauteur pour le parallélogramme. Dans son équipement praxéologique, les technologies rattachées à T_{6T} et T_{6P}, sont fausses. On perçoit que les formules sont apprises à partir d'un modèle qui sert de « matrice » : une multiplication de deux nombres, une multiplication de deux nombres et une division par deux. Son rapport ne va pas jusqu'au choix des mesures pertinentes ; ce qui signe un manque de contrôle sur les techniques qu'elle utilise. Elle ne différencie pas, non plus, les formes géométriques : elle confond le parallélogramme et le trapèze.

6.1.7.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Alicia

Alicia anticipe dans ses révisions. Elle a déjà commencé à réviser lors de notre premier entretien. Elle cache les définitions puis les récite. Ce sont souvent ses parents qui lui font

réciter ses leçons. Ils sont très présents et suivent ses apprentissages. Ils posent des questions sur la leçon, pas dans l'ordre. Ils questionnent sur les formules. Alicia prend du temps pour synthétiser sous la forme d'une fiche résumé, les formules à savoir par cœur. Cependant elle ne s'engage pas dans la pratique des exercices, ce qui l'empêche d'établir un lien entre le bloc technologico-théorique qu'elle a mis du temps à construire sur sa fiche, à des techniques concrètes issus d'exemples de calculs d'aires. Il s'agit d'une énumération de technologies, qui ne jouent pas le rôle de justification de la technique. Elle perçoit l'apprentissage comme une accumulation de savoirs à connaître. Bloc pratico-technique et bloc technologico-théorique sont dissociés chez Alicia.

6.1.8.a. Les œuvres du milieu d'étude de Noa (3/10)

Le milieu d'étude de Noa, M_{Noa} contient :
{ $\boldsymbol{O_{1A}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$; **le nombre π ; n°2 et 5 page 163** }

- Noa n'a pas convenablement identifié les exercices à réviser pour le contrôle, notamment, lors du premier entretien, les types de tâches T_{6R} calculer l'aire du rectangle, T_{6T} du triangle et T_{6P} du parallélogramme. Il a repéré T_5 « calculer des périmètres » comme enjeu de l'étude, alors que pour le professeur y_2, seul le type de tâches T_{5D} « déterminer le périmètre d'un cercle » fait partie de l'étude. Il a reconnu T_{6D} « calculer l'aire d'un disque » ainsi que le calcul des aires des demi-disques.

> C : D'accord, ça porte sur quoi ?
> E : Les périmètres, les aires des demi-disques et les disques.

Notons que Noa distingue l'aire du disque et l'aire du demi-disque comme deux types de tâches différents, apparemment sans lien. Pour Noa les révisions consistent en une suite de numéros à apprendre, les notions 31, 32, 33, 15 et 16, notions qu'il a rangées dans son classeur. Contrairement à ses camarades, Noa a besoin d'ouvrir son agenda pour savoir à quoi correspondent ces numéros. Lors du deuxième entretien, il nous indique avoir réviser les formules d'aires du triangle et du parallélogramme.

- O_{1A} ; O_{1B} : fiches de leçons sur les aires des polygones et aire/périmètre du disque
Dans la fiche de leçon, le périmètre du cercle est donné de deux façons différentes, en fonction du rayon et en fonction du diamètre.

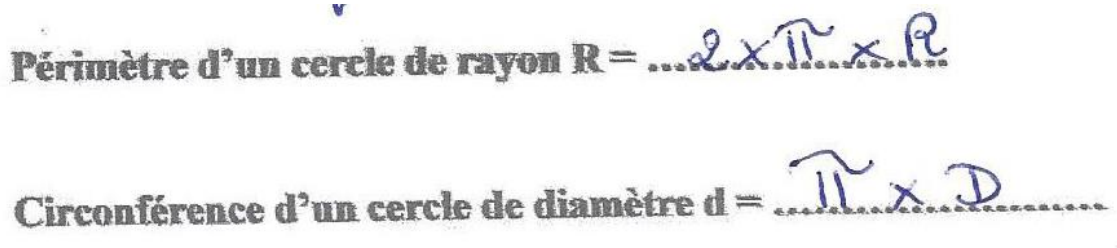


Figure 13. Extrait de la leçon donnée par y_2

Une règle classique du contrat didactique stipule qu'à un objet, on ne peut associer qu'une seule formule. Or, dans l'extrait reproduit ci-dessus, figure 12, la première formule qui apparaît est annoncée sous la dénomination « périmètre » ($2 \times \pi \times R$) et la deuxième sous la dénomination « circonférence » ($\pi \times D$). Aussi Noa va-t-il se méprendre sur la signification de ces formules. De plus, sa connaissance du rayon comme la moitié du diamètre va l'induire en erreur.

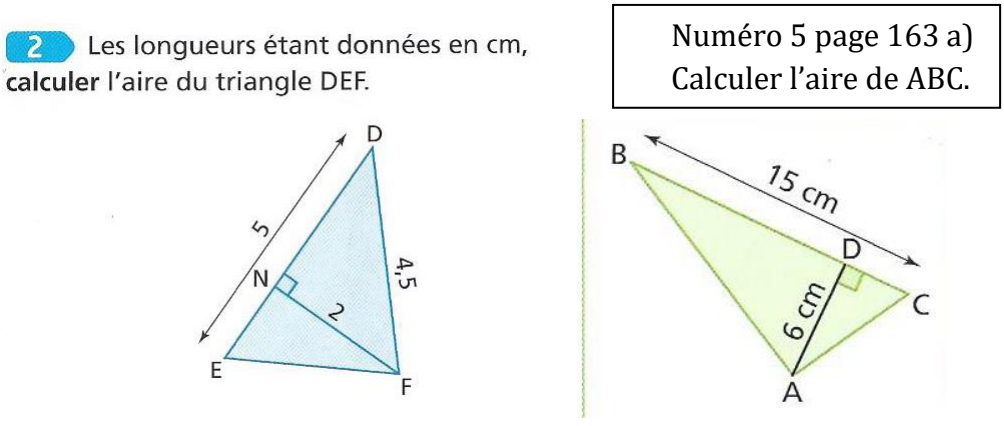
La signification des ostensifs impacte sur les inférences qu'il réalise. Il pense ainsi qu'il existe deux formules de calculs : l'une pour le disque complet et l'autre pour le demi-disque. Le titre étant « calculer l'aire d'un disque », il comprend que l'aire du disque se calcule à partir du diamètre et l'aire d'un demi-disque à partir du rayon. Autrement dit, il associe la formule $2 \times \pi \times R$ au demi-disque et $\pi \times D$ au disque entier. Une simple commutativité $2 \times \pi \times R = \pi \times 2 \times R = \pi \times D$ aurait suffi à convaincre Noa de l'égalité de la formule. On peut conclure qu'en ce point aucun contrôle technologique n'a pu être réalisé par Noa ; à sa décharge, la feuille polycopiée que lui a fournie y_2 ne l'aide guère. Il apprend donc par cœur ses formules.

- le nombre π

Noa révise l'aire du disque parce que le professeur a indiqué que le nombre π serait présent dans le contrôle.

E : Euh l'aire du disque parce que pi elle nous a dit que ça allait y être.

- numéro 2 et numéro 5a) page 163



Noa s'engage dans deux exercices pour réviser. Il s'agit de calculer l'aire de triangles. Dans le numéro 2, une longueur est inutile, ce qui peut lui permettre avec la correction d'identifier la base relativement à la hauteur choisie. Il ne révise que deux spécimens de T_{6T}: deux triangles quelconques avec des hauteurs intérieures au triangle.

6.1.8.b. Noyaux cognitifs de Noa et situations possiblement didactiques

Noa considère le collège « bien », comme il dit. Il n'a pas ressenti difficile le passage entre l'école primaire et le collège. Il habite dans une ville proche du collège et s'est fait beaucoup d'amis. Les conditions d'étude C de Noa sont favorables. Lui et sa mère forment une institution dont Noa occupe la position d'élève et sa maman celle de professeur. Sa mère réalise les gestes Δ suivants : elle lui fait réciter, elle lui dit de ranger son classeur. Il en résulte la situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, mère\ de\ Noa, \Delta, C)$.

On peut aussi examiner, à partir des propos de Noa lors de l'entretien, la situation possiblement didactique ς' = $(\tilde{n}, Noa, \Delta', C)$ où l'on peut décrire la suite de gestes Δ′ de la manière suivante. Δ′ : Noa lit plusieurs fois la leçon ; il cache les mots et se les fait réciter mentalement ; il se remémore des moments vécus en classe.

Lorsqu'il essaie d'apprendre la formule de l'aire du triangle, il ne se souvient plus du calcul, il s'engage alors dans les exercices. Il révise deux exercices portant sur les aires de triangles.

> E : j'essaie de retrouver ce qu'on a fait en classe. Mais des fois c'est dur. Là les triangles franchement j'avais aucun souvenir alors j'ai regardé les exercices qu'on avait fait pour me souvenir.
> C : Ah. Quels exercices tu as regardé ?
> E : j'ai relu celui-là et ça et j'ai fini par comprendre. On fait la base fois la hauteur et on divise par deux.

Pour le triangle uniquement, Noa parvient à relier au bloc pratico-technique $[T_{6T}/\tau_{63}]$ la formule appartenant au bloc technologique. Pour les autres figures, ce n'est pas le cas, il apprend par cœur des formules. Lorsqu'il essaie de se souvenir de ce qu'il fait en classe, on peut se demander s'il établit un lien entre les formules et des exemples de tâches.

6.1.8.c. Les erreurs de Noa au contrôle (3/10)

Noa écrit cm^2 au lieu de cm. Il confond les deux grandeurs enseignées : les longueurs et les aires. Noa intervertit de nombreuses formules en ne les associant pas aux figures correspondantes. Il utilise la formule $\frac{b \times h}{2}$ pour l'aire du parallélogramme. Il utilise la formule $D \times \pi$ pour calculer l'aire d'un disque entier et $R \times \pi$ pour le demi-disque. Il ne répond pas à la question portant sur le quart de disque dont il n'a pas appris la formule. En outre, il confond les formules de l'aire et du périmètre du carré.

Equipement praxéologique et cognitif de Noa

Noa explique qu'il a appris à calculer le diamètre à partir du rayon dans ce chapitre : ce type de tâches provenant de l'école primaire était pour lui nouveau. Les formules de calculs d'aires font partie de son équipement cognitif, mais pas de son équipement praxéologique, puisqu'il ne relie pas un bloc pratique à un bloc technologique : le rapport personnel de Noa à l'aire est constitué d'une liste de formules associées à d'autres figures que celles auxquelles elles correspondent. Le seul type de tâches auquel il a établi un rapport stable est T_{6T}, dans le cas particulier d'un triangle acutangle.

6.1.8.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Noa

Noa révise à partir de la leçon ; il la lit plusieurs fois. Il cache les formules inscrites et se les remémore. Sa mère les lui fait réciter. Ensuite il fait quelques exercices pour compléter ses révisions, mais très peu. Noa semble travailler peu et l'entretien laisse percevoir un élève assez peu investi dans sa scolarité en mathématiques. Il dit que pour les exercices « il prend sur le livre ou des fois Internet », « il regarde au hasard si jamais c'est bien ». Cependant il a plutôt confiance en lui-même, il pense avoir entre 12 et 14 au contrôle ; en réalité il obtiendra la note de 6 sur 20. En relisant la leçon, il essaie de la rattacher à des épisodes vécus en classe. Lorsqu'il n'a aucun souvenir de ce qui s'est passé en classe, il prend son cahier d'exercices pour afin que sa lecture lui permette de se souvenir. Il apprend par cœur les formules. Il ne se pose pas plus de question sur le terme « circonférence », car le professeur a précisé qu'il n'était pas à apprendre. Noa anticipe peu : « il travaille à flux tendu », ce qui entraîne chez lui l'interversion des formules. A ce travail qui n'a pas été anticipé se rajoute un manque de moyens de contrôle sur les formules qu'il apprend. Il ne pratique pas d'exercices pour entraîner les types de tâches autres que T_{6T}. Ainsi aucune œuvre ne peut jouer le rôle de milieu ou de média permettant une rétroaction. Cette mémorisation sans raison d'être entre en résonnance avec le paradigme de la visite des œuvres ; les œuvres étant les formules dans le cas de ce chapitre. S'il utilise la technique de décomposition d'une figure en sous-figures dans le dernier exercice du contrôle, cette technique paraît n'être reliée à aucun élément technologique sur les grandeurs. Il a appris une démarche comme une liste de tâches à accomplir.

Pour bien réviser, Noa dit qu'il doit bien ranger son classeur ; l'attention aux considérations matérielles, qui permet l'évitement de la rencontre avec le savoir, semblant première. On entrevoit l'impact de l'idée rassurante, qui est celle de sa mère, que lorsque tout est bien matériellement classé, tout est aussi bien en ordre « dans la tête ».

E : Ah ! oui ! Elle me dit toujours de relire mes leçons et de bien ranger mon classeur.

6.1.9.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Ophélie (faible 1/10)

Le milieu d'étude d'Ophélie, $M_{Ophélie}$ contient : { $\boldsymbol{O_{1A}}$; $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_6}$**et crayon de papier** ; $\boldsymbol{O_{14}}$; $\boldsymbol{exercices\ n°2\ et\ 3\ page\ 163, livre}$ }

- $\boldsymbol{O_{12}}$ **:** Ophélie a identifié qu'il fallait réviser l'objet « aires ».

> C : Vous avez travaillé sur quoi dernièrement ?
> E : Sur les aires.

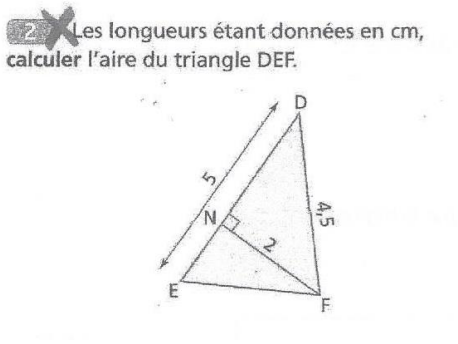
Elle n'utilise pas de verbe. Aucun type de tâches ne se détache dans son discours. Cependant, elle juge les exercices de calculs d'aires de disques comme étant plus difficiles que ceux concernant les parallélogrammes et les triangles. On peut considérer qu'elle classe différemment ces types de tâches. Lorsqu' on lui demande ce qui est plus difficile, elle répond « les calculs », manquant de précision dans l'identification des objets mathématiques à étudier.

- $\boldsymbol{O_{1A}}$ **: fiche de leçon sur les aires de polygones :** Ophélie a relu la fiche de leçon appelée « aires des polygones usuels. »

- $\boldsymbol{O_6}$ **:** Ophélie refait les exercices sur un brouillon à l'aide d'un crayon de papier.

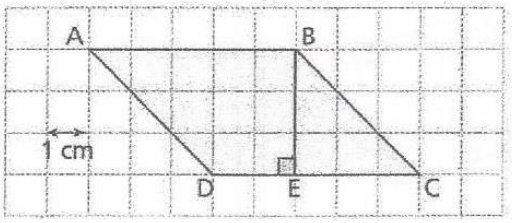
> E : Mon cahier avec les exos et je prends aussi un crayon de papier.

- Exercices faits et corrigés en classe issus du cahier de la classe : Le numéro 2 page 163 concerne le calcul de l'aire d'un triangle. Une longueur supplémentaire est donnée.

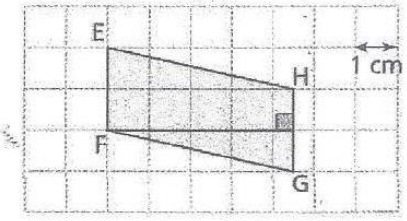


Le numéro 3 page 163 comporte deux spécimens de calculs d'aires de parallélogrammes.

3 1. **Calculer** l'aire du parallélogramme ABCD.



2. **Calculer** l'aire du parallélogramme EFGH.



Cet exercice possède la particularité de pouvoir être réalisé soit à partir d'un comptage d'aires de carreaux par découpage et recollement, soit en utilisant la formule de l'aire « base multipliée par la hauteur associée ». Le professeur a choisi la deuxième solution dans la correction en classe.

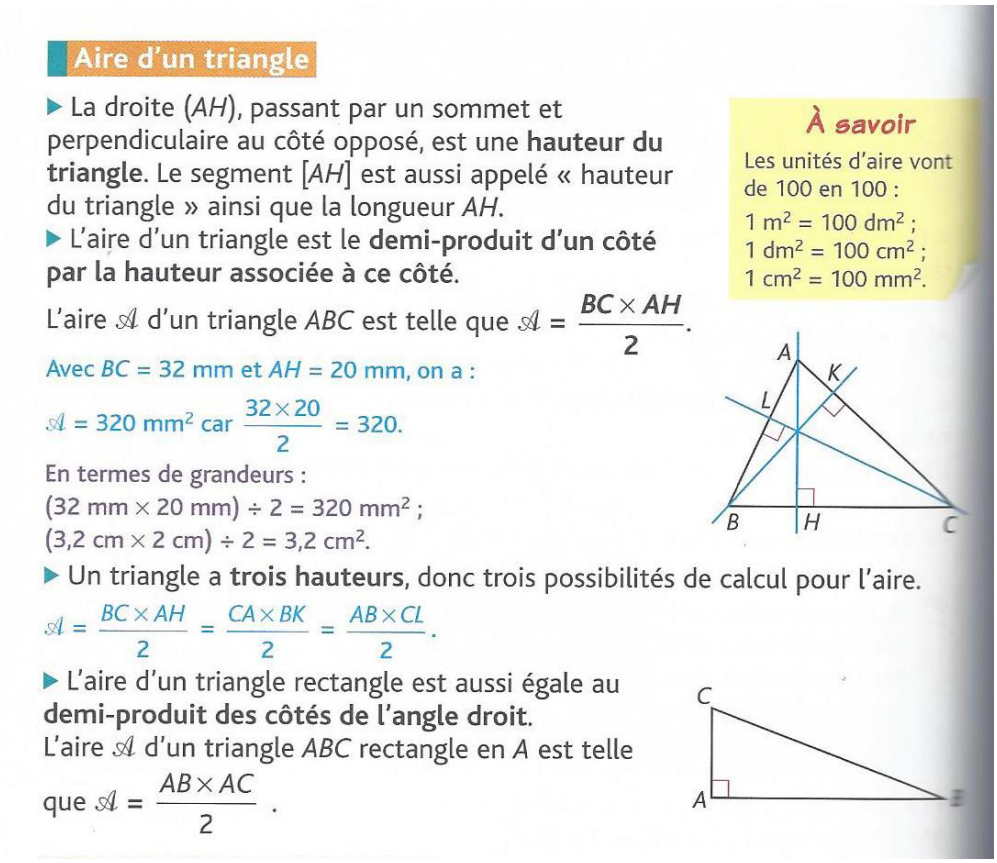
- O_{14} : à partir de la leçon provenant du système didactique principal, Ophélie a appris les formules des calculs d'aires des polygones usuels (carré, rectangle, triangle parallélogramme). Dans l'entretien post, elle désigne ces formules par l'appellation « les propriétés », alors même que lors de l'entretien ante elle les appelait formules. Nous n'avons pas assez d'éléments pour savoir d'où peut provenir ce changement.

- Livre de sa sœur : « le bled des mathématiques »

Au cours de la séquence sur les aires, Ophélie a utilisé un livre de mathématiques de sa sœur. C'est à partir d'un exercice donné en travail à la maison qu'elle a cherché à trouver des réponses en sollicitant l'aide de sa mère.

C : D'accord et donc comment tu t'en sers de cet autre livre ?
E : Je regarde les leçons dessus.
C : Sur les aires tu as regardé ?
E : Oui j'ai regardé les formules pour les comprendre. […]
E : Oui j'avais un exercice à faire à la maison que j'arrivais pas et ma mère elle comprenait pas non plus. Alors j'ai regardé dessus.

Ci-dessous, un extrait du bled des mathématiques issu de la page consacrée à l'aire du triangle et étudié par Ophélie.



Aire d'un triangle

▶ La droite (AH), passant par un sommet et perpendiculaire au côté opposé, est une **hauteur du triangle**. Le segment $[AH]$ est aussi appelé « hauteur du triangle » ainsi que la longueur AH.

▶ L'aire d'un triangle est le **demi-produit d'un côté par la hauteur associée à ce côté.**

L'aire $\mathscr{A}$ d'un triangle ABC est telle que $\mathscr{A} = \dfrac{BC \times AH}{2}$.

Avec $BC = 32$ mm et $AH = 20$ mm, on a :

$\mathscr{A} = 320$ mm² car $\dfrac{32 \times 20}{2} = 320$.

En termes de grandeurs :
(32 mm × 20 mm) ÷ 2 = 320 mm² ;
(3,2 cm × 2 cm) ÷ 2 = 3,2 cm².

À savoir

Les unités d'aire vont de 100 en 100 :
1 m² = 100 dm² ;
1 dm² = 100 cm² ;
1 cm² = 100 mm².

▶ Un triangle a **trois hauteurs**, donc trois possibilités de calcul pour l'aire.

$\mathscr{A} = \dfrac{BC \times AH}{2} = \dfrac{CA \times BK}{2} = \dfrac{AB \times CL}{2}$.

▶ L'aire d'un triangle rectangle est aussi égale au **demi-produit des côtés de l'angle droit.**
L'aire $\mathscr{A}$ d'un triangle ABC rectangle en A est telle que $\mathscr{A} = \dfrac{AB \times AC}{2}$.

Dans ce document, l'aire du triangle est donnée dans sa forme instanciée ; s'y trouve aussi la définition de la hauteur. Dans les cours du livre et du professeur, la formule fait intervenir la hauteur, mais sans l'avoir définie. A partir des trois hauteurs, le livre propose trois façons de calculer l'aire du triangle selon la hauteur choisie. Ophélie recherche donc des éléments technologiques qui lui fourniraient une meilleure compréhension de la formule de l'aire des triangles, mais sans y parvenir. Elle est aidée par sa mère. Elle a conscience de la puissance des éléments technologiques, même si celle-ci n'arrive pas à y accéder. Le niveau des écritures mathématiques de cet ouvrage surpasse ce qu'Ophélie peut en retirer à partir de sa consultation. Les ostensifs sont, en outre, différents de ceux utilisés dans le système didactique principal : unités dans les calculs, usage du trait de quotient au lieu des deux points de divisions, calculs avec des distances notées en lettres (AB, AC, AH).

6.1.9.b. Noyaux cognitifs d'Ophélie et situations possiblement didactiques

Pour réviser, Ophélie relit la leçon et fait des exercices issus de la classe. Elle cherche à comprendre, essayant d'accéder à une dimension technologique qui lui échappe. Les ostensifs présents dans « le bled des mathématiques » font appel à des non ostensifs qui nécessite un niveau mathématique trop élevé pour elle. Faute de pouvoir accéder à des technologies plus puissantes, elle apprend donc par cœur les formules qu'elle va

amplement confondre lors du contrôle. On peut entrevoir chez Ophélie un noyau cognitif $\tilde{n} = (\hat{s};\ \hat{v})$ où $\hat{s} = (p_{E;}\{Ophélie, mère\ d'Ophélie\})$ et où $\hat{v} = mère\ d'Ophélie\ ou\ Ophélie$. Elle évalue « difficile » l'aire du disque.

On discerne, à partir des entretiens avec Ophélie, une situation possiblement didactique ς = $(\tilde{n}, Ophélie, \Delta, C)$. Les gestes qu'elle accomplit sont, dans l'ordre :

- Etudier la leçon sur les aires des triangles à partir d'un autre livre, « le bled des mathématiques » pour réussir un exercice sur les aires de triangles, donné à rechercher à la maison.
- Apprendre par cœur, une à une, les formules qu'elle récite ensuite
- Refaire des exercices provenant de la classe.

6.1.9.c. Les erreurs d'Ophélie au contrôle (1/10)

Dans l'exercice 5 :

- Ophélie n'identifie pas quelle est la base du triangle. Elle calcule avec le nombre 10 au lieu de 14,8.
- Elle confond la formule de l'aire du disque avec celle du périmètre, elle multiplie le diamètre par π.
- Elle n'arrive pas à identifier une figure comme étant celle d'un parallélogramme : elle écrit « rectangle » dans sa réponse.
- Pour l'aire du parallélogramme, elle multiplie, à deux reprises dans l'exercice 5 et dans l'exercice 6, deux longueurs qui ne correspondent pas au côté et à sa hauteur associée.

Equipement cognitif et praxéologique

Pour les types de tâches T_{6T} (triangle) et T_{6P} (parallélogramme), Ophélie a établi un rapport adéquat à la suite d'opérations à réaliser qu'elle parvient à associer aux différentes figures. Cependant elle n'identifie pas les longueurs à prendre en compte.

Pour le cas du triangle, elle sait qu'il faut multiplier deux longueurs puis diviser par 2, mais ne sait pas ce qu'est la hauteur. L'exercice qu'elle utilise pour réviser, qui se situe entre deux techniques (technique τ_2 et technique τ_3) a pu l'induire en erreur : elle repère les deux nombres « base et hauteur » en identifiant « verticale et horizontale ». La hauteur étant assimilée à la verticale. Ophélie manque d'éléments technologiques pour décider quelles longueurs choisir. Cette erreur apparaît deux fois, dans l'exercice 5 et dans l'exercice 6.

Pour le type de tâches T_{6D} (calculer l'aire du disque) sa technique est erronée, provenant d'une formule elle-aussi erronée, puisque que correspondant au périmètre du cercle. Elle multiplie π par le diamètre.

Pour l'exercice 6, elle reconnaît le parallélogramme mais pas le carré et le quart de disque. C'est justement le fait que ce soit le quart qui la gêne. De plus, elle rencontre des difficultés calculatoires, ce qui lui coûte plusieurs erreurs. Par exemple elle ne sait pas calculer 30×30.

6.1.9.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Ophélie

Pour Ophélie, l'essentiel consiste à bien écrire ses leçons pour pouvoir se relire. Elle a une vision de l'apprentissage où les considérations matérielles, la belle écriture, ont leur importance.

Elle conseille à un nouvel élève de refaire tous les exercices, même si, pour elle-même, elle ne le fait pas. Ophélie s'est engagée dans deux exercices pour réviser le contrôle. A partir de ces exercices, elle en a retenu un certain pattern de calcul. Pour le triangle on multiplie deux longueurs et on divise par deux. Pour le parallélogramme, on multiplie deux longueurs.

C : Et alors comment on fait ?
E : Pour le triangle ?
C : Oui.
E : On multiplie les deux et après on divise par deux. Et le parallélogramme on multiplie les deux chiffres.

Elle ne sait par contre pas quelles sont les longueurs à multiplier. Elle n'a pas identifié quelles grandeurs représentent les lettres dans la formule. Si l'exercice contient des longueurs supplémentaires, elle ne sait pas reconnaître la hauteur.

C : Comment on la reconnaît, la hauteur du parallélogramme ?
E : Je sais pas ce que c'est, la hauteur.
C : Oui.
E : On multiplie les deux et après on divise par deux. Et le parallélogramme on multiplie les deux chiffres.

Lorsqu'on le lui demande, Ophélie ne sait pas ce qu'est la hauteur. Cet extrait de l'entretien et les erreurs de son contrôle (multiplier les deux longueurs des côtés présents sur la figure) montrent qu'elle a développé une technique de calcul de l'aire du parallélogramme basé uniquement sur la multiplication des nombres présents sur la figure, sans se soucier de ce qu'ils représentent. Ophélie recourt à l'inférence, à partir des deux exercices de révision, pour mémoriser des techniques de calculs d'aires de triangles et de parallélogrammes. Ces techniques ne sont pas associées à une technologie, c'est-à-dire à la formule, ni justifiées par des éléments théoriques. Ophélie ne reconnaît pas la forme géométrique du parallélogramme au sein d'une figure plus complexe.

6.2 Conclusions sur les praxéologies d'étude personnelle dans la classe de y_2

Dans ce paragraphe et au sein des situations possiblement didactiques, on met l'accent sur :

- les gestes ou suites de gestes engagés par les élèves en situation d'étude personnelle dans le système didactique auxiliaire
- le noyau cognitif au sein de situations possiblement didactiques

Dans un deuxième temps, on analyse plus particulièrement la place des technologies dans l'étude personnelle.

6.2.1 Bilan sur les situations possiblement didactiques

Dans un premier temps, on met en lumière les situations possiblement didactiques lors du travail personnel des six élèves de la classe du professeur y_2. Au travers de ces situations ς on retient différents types de gestes Δ.

Un premier type de gestes concerne la reprise de l'étude à partir du milieu construit en classe. Un deuxième type consiste à évaluer son propre rapport personnel à l'Organisation Mathématique à réviser. Enfin, un troisième type de gestes porte sur le prolongement de l'étude, au-delà de ce qui a été étudié en classe, en complétant le milieu d'étude par un milieu auxiliaire.

6.2.1 1 Reprise de l'étude de l'Organisation Mathématique issue de la classe

On commence par mettre en exergue les gestes qui permettent une reprise de l'étude réalisée en classe.

Geste 1 (δ_1) : Relire son cours

Ce geste est réalisé par tous les élèves interrogés. Les entretiens nous ont montré plusieurs modalités possibles.

- ***Dans la temporalité***

Ambre fait des exercices le premier jour ; le deuxième jour, elle relit la leçon, contrairement à Bastien qui lit le cours en premier. Il peut aussi s'agir d'allers et retours entre les exercices et la leçon. Par exemple, Noa commence par lire la leçon. Ne se souvenant pas des calculs sur les aires de triangles, il s'engage dans les exercices, pour revenir ensuite à la leçon.

- ***Dans le séquencement***

Bastien effectue des regroupements, au-delà des titres, séquençant la leçon en types de tâches. Il apprend d'une part et ensemble les deux formules de périmètres du cercle, concernant T_{5D} et, d'autre part, la formule de l'aire du disque, pour T_{6D}.

Noa étudie de manière linéaire, il apprend dans l'ordre une « liste » d'objets de savoirs. Il pense que les deux formules de calculs de périmètres, à partir du rayon et à partir du diamètre, sont différentes.

- ***Dans le nombre de répétitions***

Noa lit à plusieurs reprises la leçon. Bastien ne la lit qu'une seule fois. Certains élèves fixent par avance le nombre des répétitions qu'ils s'accordent qui sonne comme un nombre fétiche : Mathilde la lit cinq fois et Ambre répète « en boucle » les formules.

- ***Dans la mobilité/immobilité***

Mathilde fait preuve de mobilité. Alors que les autres restent assis à une table, Mathilde est debout en marchant autour de son lit. Nous retenons, dans ce geste, qu'il existe plusieurs modalités possibles : en marchant, en étant assis… mais que cela n'influence pas l'apprentissage de l'OM. L'essentiel réside dans la construction d'une mise en relation entre les ingrédients technologiques et théoriques et les éléments du bloc pratico-technique. Le bloc technologico-théorique joue son rôle de justification, de productions et d'éclairage des techniques. Pour les bons élèves, le bloc pratico-technique est en connexion avec les technologies qui leur servent de point d'appui pour mettre en œuvre les techniques. Par exemple, Mathilde visualise mentalement des exemples lorsqu'elle lit son cours. Cette mise en relation peut être effectuée au fur et à mesure de l'avancée lors du travail quotidien, comme Bastien par exemple. Dans ce cas, le temps de révision du contrôle est plus court. L'articulation entre $[T/\tau]$ et $[\theta/\Theta]$ joue un rôle crucial dans l'étude.

Geste 2 (δ_2) : Mémoriser les formules

Pour mémoriser les formules, on trouve deux types de techniques.

- La première consiste en un apprentissage par cœur. Par exemple, Ambre répète « en boucle » les formules
- La deuxième consiste à appuyer l'apprentissage par *le logos*, des éléments technologiques.

Pour se souvenir de l'aire du parallélogramme, Bastien se ramène à l'aire du rectangle par un découpage recollement. Mathilde identifie le carré comme un rectangle particulier : elle n'apprend que la formule de l'aire du rectangle.

Geste 3 (δ_3) : Ranger son classeur, écrire lisiblement

On remarque que les élèves faibles sont attachés aux éléments matériels. Noa doit ranger son classeur, afin de réviser plus sereinement. Ophélie doit bien écrire pour pouvoir se relire. Les bons élèves n'en font pas mention.

Geste 4 (δ_4) : Identifier les types de tâches

Ce geste répond à l'identification de certains traits du contrat didactique en classe. On remarque que les élèves plutôt faibles décrivent les objets à apprendre par des numéros. Alicia révise les notions 15 et 31 mais ne sait pas à quoi ils correspondent. Les bons élèves, Ambre et Bastien, font preuve d'un découpage plus fin de l'organisation mathématique. Ils parlent des différentes figures à envisager. Ils font preuve d'exactitude dans les mots choisis : par exemple ils voient une différence entre le cercle et le disque.

Geste 5 (δ_5) : Relire des exercices, refaire des exercices.

Mathilde refait tous les exercices réalisés en classe. Elle accorde un importance toute particulière à ceux pour lesquels elle a échoué. Ambre refait certains exercices et en relit d'autres. Elle passe par l'écrit pour les exercices qui lui posent des difficultés. Ambre et Bastien, bons élèves, sélectionnent les exercices pour lesquels ils ont des difficultés. Ils ne les effectuent pas intégralement.

6.2.1.2 Evaluer la conformité de son rapport personnel à l'objet O à étudier, évaluer l'organisation mathématique

On poursuit par les gestes qui permettent d'évaluer son rapport personnel aux praxéologies étudiées et plus encore les gestes qui permettent d'évaluer l'organisation mathématique elle-même.

Geste 5 (δ_5) : Relire des exercices, refaire des exercices.

On peut noter que refaire des exercices permet aussi de vérifier ses connaissances sur l'objet à étudier. Bastien compare sa propre production et la correction issue de la classe pour l'exercice « cherchons » page 166.

Geste 6 (δ_6) : Réciter la leçon à soi-même ou à quelqu'un

Réciter la leçon est une technique d'étude qui revient fréquemment pour plusieurs élèves. Il s'agit d'un geste permettant de contrôler l'état de l'apprentissage. Mathilde se fait réciter par elle-même. Alicia cache les définitions et se fait réciter. Ce geste se concrétise

sous la forme de questions, dans l'ordre ou non, où celui qui fait réciter prend la position du professeur dans l'institution formée de l'élève seul ou de l'élève accompagné de ses parents. Il peut aussi prendre la forme d'un texte linéaire que l'élève retranscrit mots après mots, phrases après phrases.

Geste 7 (δ_7) : Rechercher une continuité dans $[T/\tau]$.

Ambre et Bastien ont repéré le calcul de l'aire du parallélogramme comme un nouveau type de tâches par rapport à l'année dernière qu'il faut savoir accomplir. Ambre possède un cahier spécifique dédié à son travail personnel, hors-classe, en mathématiques. Ainsi peut-elle garder la mémoire de son étude personnelle. Toute cette organisation nous montre qu'Ambre, bonne élève, possède un rapport à l'apprentissage comme étant un processus continu. Les élèves faibles possèdent un rapport à l'apprentissage comme une suite d'objets de savoirs sans lien entre eux.

6.2.1.3 Prolonger l'étude de l'objet O

Nous terminons ce paragraphe par les gestes qui permettent de prolonger l'étude, en créant un milieu auxiliaire.

Geste 8 (δ_8) : Faire ou lire des exercices supplémentaires, hors contrat de classe

Faire ou lire des exercices supplémentaires permet de prolonger l'étude par un travail technique, mais aussi de se confronter à des exercices pour évaluer la conformité de son rapport personnel à l'objet à étudier. A ce titre, on aurait pu aussi intégrer ce point dans le paragraphe précédent. Ophélie, par exemple, lit la correction d'exercices issus du « bled des mathématiques » sur les aires de triangles. Il se peut aussi que ce travail sur la technique permette d'inférer les éléments technologiques utilisés dans les exercices.

Geste 9 (δ_9) : Compléter l'étude par des ressources extérieures à la classe servant de média

Ce geste consiste à rechercher des éléments techniques ou technologiques venant compléter l'étude. Il peut s'agir de pallier un manque dans l'organisation mathématique de la classe, ou simplement d'exprimer ces ingrédients de manière différente.

- Ophélie complète l'étude par des éléments sur les aires des triangles provenant d'un manuel parascolaire, le « bled des mathématiques ». Ces nouveaux ingrédients ne permettront pas à Ophélie de dépasser ses difficultés. Le manuel ne se comporte donc pas en média.
- Bastien complète le milieu de la classe par des éléments technologiques lui permettant une meilleure compréhension du calcul de l'aire du parallélogramme. La mère de Bastien sert de média permettent à son fils d'enrichir son milieu d'étude.

Geste 10 (δ_{10}) : Réaliser une fiche révision

Alicia réalise une fiche-résumé des notions à apprendre. Cette fiche est vide d'exemples. Elle contient surtout des formules, donc des ingrédients technologiques. Alicia complète l'étude par des formules de périmètres non données en classe, ainsi par deux phrases introduisant l'aire comme l'intérieur d'une figure et le périmètre comme le contour d'une figure. Ces éléments de nature technologique ne lui servent pas pour le contrôle. Le prolongement de l'étude a aussi un intérêt s'il permet de répondre à un manque dans l'organisation mathématique de la classe, comme pour Bastien. On aurait pu penser que les élèves auraient pu agrémenter le cours de y_2 par des exemples permettant de relier le bloc technologico-théorique au bloc pratico-technique.

Après avoir circonscrit les différents gestes intervenant dans les situations possiblement didactiques, on compare plus précisément les noyaux cognitifs issus de ces mêmes situations. Rappelons que le noyau $\tilde{n}$ est composé de $\tilde{n} = (\hat{\imath}, O, \hat{s}, \hat{v})$, où $\hat{\imath}$ est l'élève qui étudie, O est l'objet à étudier, $\hat{s}$ est formé par une institution I et par p la position dans cette institution de $\hat{\imath}$, et où $\hat{v}$ est une instance évaluatrice.

On met, ici, en exergue $\hat{s}$ et notamment les positions des six élèves dans l'étude personnelle. On note respectivement p_E, p_P la position d'élève et la position de professeur dans l'institution I.

Elève î	***Position(s) incarnées par î***	***Institution I***
Mathilde	Alternance de p_E et p_P	$\{Mathilde\}$
Bastien	p_E	$\{Bastien, mère\ de\ Bastien\}$
Noa	p_E	$\{Noa, mère\ de\ Noa\}$
Ambre	p_E	$\{Ambre, parents\ d'Ambre\}$
Alicia	p_E	$\{Alicia, parents\ d'Alicia\}$
Ophélie	p_E	$\{Ophélie, mère\ d'Ophélie\}$

On poursuit par la mise en évidence de l'instance évaluatrice $\hat{v}$.

Elève î	***Instance évaluatrice $\hat{v}$***	***Institution I***
Mathilde	Mathilde	$\{Mathilde\}$
Bastien	Mère de Bastien ou Bastien	$\{Bastien, mère\ de\ Bastien\}$
Noa	Mère de Noa	$\{Noa\ , mère\ de\ Noa\}$
Ambre	Parents d'Ambre ou Ambre lorsque les savoirs sont anciens ou robustes	$\{Ambre, parents\ d'Ambre\}$
Alicia	Parents d'Alicia	$\{Alicia, parents\ d'Alicia\}$
Ophélie	Ophélie et mère d'Ophélie	$\{Ophélie, mère\ d'Ophélie\}$

On peut remarquer que les parents sont très présents dans le travail personnel des élèves de y_2. Ils occupent souvent la position de professeur dans l'institution familiale formée par les parents et leur enfant. Seule, Mathilde, semble occuper les deux positions, en alternance. On constate aussi que l'institution familiale essaie de reproduire le système didactique principal ou plutôt l'un des parents cherche à imiter la figure du professeur.

6.2.2 L'évanouissement du bloc technologico-théorique

Bastien qui est un bon élève, complète le milieu d'étude de la classe par des éléments du bloc technologico-théorique : il apprend la formule de l'aire du parallélogramme en s'appuyant sur le déplacement d'une partie du parallélogramme, un triangle, qu'il « colle » pour former un rectangle. Cette technique lui sert d'aide-mémoire pour retenir la formule mais ne lui sert pas pour contrôler la technique du calcul de l'aire. La plupart des élèves de y_2 mémorisent les formules par cœur : ils n'ont pas la possibilité de faire autrement car les éléments théoriques qui viennent justifier les technologies, c'est-à-dire les formules sont, en qualité si ce n'est en nombre, insuffisants. Les manuels font preuve du même manque et ne peuvent servir de ressource.

Ce qui subsiste du cours de y_2 est un résumé très restreint duquel les éléments théoriques nécessaires à la compréhension des formules sont absents. Il ne contient pas non plus d'exemples de tâches. Les titres des leçons appelées notions, « calculer l'aire de polygones usuels » ou « calculer l'aire d'un disque », constituent les seuls éléments de la leçon permettant de rattacher la formule à un type de tâches donc à un ingrédient du bloc pratico-technique. Cependant cette manière de faire est parfois trompeuse : à la suite du titre « calculer l'aire d'un disque » se trouve non pas une mais deux formules pour le calcul du périmètre du cercle. Pour Noa, élève faible qui semble avoir suivi ce moyen pour mémoriser, cela induit de nombreuses confusions.

En l'absence de bloc pratico-technique et de bloc technologico-théorique épistémologiquement robustes, les élèves ne peuvent que se résoudre à « apprendre par cœur » les formules. Cet apprentissage donne lieu à une confusion entre formules chez certains élèves. Parmi les élèves interrogés, on observe que :

- Alicia confond la formule de l'aire du triangle et celle du parallélogramme
- Noa pense qu'il existe deux formules : l'une pour les disques complets et l'autre pour les demi-disques
- Ophélie confond la formule de périmètre du cercle et celle de l'aire du disque : aucun contrôle n'est réalisé sur les dimensions (cm ou bien cm × cm).

Alicia, Noa et Ophélie utilisent une technique de calcul d'aires, basée directement sur la mémorisation de la formule, sans contrôle du logos. En conséquence, si la formule apprise par cœur est mal retranscrite, ou si les variables « hauteur », « base », ou encore « côté » sont mal identifiées, les élèves mettent en œuvre une technique fausse de calcul d'aires.

Cet évanouissement du bloc technologico-théorique est-il particulièrement lié à cette classe et au professeur y_2 ou est-il plus général ?

6.2.2.1 Enquête sur différents cours et leurs évolutions

Ainsi sommes-nous allée enquêter sur l'évolution des parties « leçons », sur les aires et périmètres, rédigées par les professeurs de mathématiques entre le début des années 2000 et aujourd'hui. Pour ce faire, nous avons fait le choix de recueillir nos données grâce à des cours en ligne, à partir du site internet MATHADOC[48]. Il nous a permis de récupérer d'anciens « cours » de professeurs sur plusieurs années consécutives de 2001 à 2003. La structure du site nous permet d'avoir accès à l'année de création.


Cours

8ko 15ko	Cours	n°1238 08/09/2001
12ko 13ko	Cours ♦ trous	n°1239 08/09/2001
76ko 181ko	cours sur les aires	n°1549 01/11/2001
11ko 66ko	Cours aires	n°4925 31/05/2003

Figure 14. Le site MATHADOC, cours en ligne renseigné par date de création des cours

Ces cours sont consultés par de nombreux professeurs et sont un reflet de ce qui pouvait s'enseigner sur les aires et périmètres en termes de contenus. Lorsqu'on consulte le site, on trouve l'avertissement suivant :

> « **IMPORTANT :** le site Mathadoc n'est plus entretenu. Les documents qui s'y trouvent peuvent ne plus être au programme. Vous pouvez les utiliser sous votre propre responsabilité. »

[48] Le site accessible à l'adresse : http://mathadoc.sesamath.net/chapitre.php?chap=14 et http://mathadoc.sesamath.net/chapitre.php?chap=26 (consultation février 2020)

Les cours de 2017 sont ceux utilisés par les professeurs y_1 et y_2. Pour commencer notre enquête, nous étudions l'évolution des cours en termes de « longueurs » en comptant le nombre de mots. Les leçons sont disponibles en annexe 29.

Cours	**Classe de**	**Années**	**Nombre de pages**	**Nombre de mots**
a	6ième	2001	2 pages	265 mots
b	6ième	2001	2 pages	542 mots
c	6ième	2003	3 pages	440 mots
d	6ième	2017	1 page	55 mots
e	5ième	2002	1 page	388 mots
f	5ième	2002	1 page	261 mots
g	5ième	2017	1 page	88 mots

On remarque, à partir de la longueur des textes, une diminution importante de la mise en texte du savoir, entre les cours des années 2000 et ceux de 2017. Nous notons que les textes de sixième ne sont pas forcément moins longs que ceux de la classe de cinquième.

On poursuit l'enquête par la place donnée au bloc technologico-théorique dans les différents cours et leurs évolutions. Quelles technologies sont mises en œuvre et quelles justifications pour ces technologies trouve-t-on dans les différents cours des années 2000 ? Commençons par les cours de la classe de sixième.

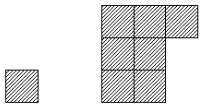
Dans le cours a, ci-dessous, on trouve la présence de mesures d'aires par dénombrement d'unités. L'unité choisie est exclusivement l'aire de carrés. Le cours « a » se place dans la modélisation des grandeurs avec mesures. La définition de l'aire est un signe de la confusion de l'auteur entre la grandeur « aire » et la « mesure de l'aire ». Les exemples choisis sont peu pertinents, montrant des nombres entiers d'unités. Les lettres intervenant dans les formules sont indiquées sur les figures. Les figures ne sont pas codées. Les formules données, ne font pas l'objet de justifications.

Aire et périmètre

I. Aire d'une surface :

1) Définition :

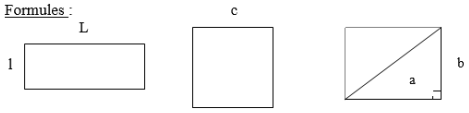
L'aire d'une surface est sa mesure dans une unité d'aire donnée.
Ex :



1 unité d'aire 7 unités d'aire

Remarque, comme unité d'aire, on utilise généralement les m^2, cm^2…

2) Formules :



$A = L \times l$ $A = c \times c$ $A = \frac{a \times b}{2}$

Attention : Les longueurs doivent être exprimées dans la même unité.

Figure 15 Cours a, extrait page 1

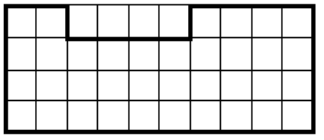
Pour le paragraphe concernant le périmètre, la définition fait l'objet de la même confusion entre la grandeur périmètre et la mesure du périmètre. A la suite de ces extraits, viennent des exemples de calculs d'aires puis de périmètres.

II. Périmètre d'une figure :

1) Définition :

Le périmètre d'une figure est la longueur de la ligne qui la délimite, dans une unité de longueur donnée.

Ex :



1 unité de longueur

Le périmètre de la figure est de …. unités de longueur.

2) formules :



$P = (L + l) \times 2$ $P = 4 \times c$

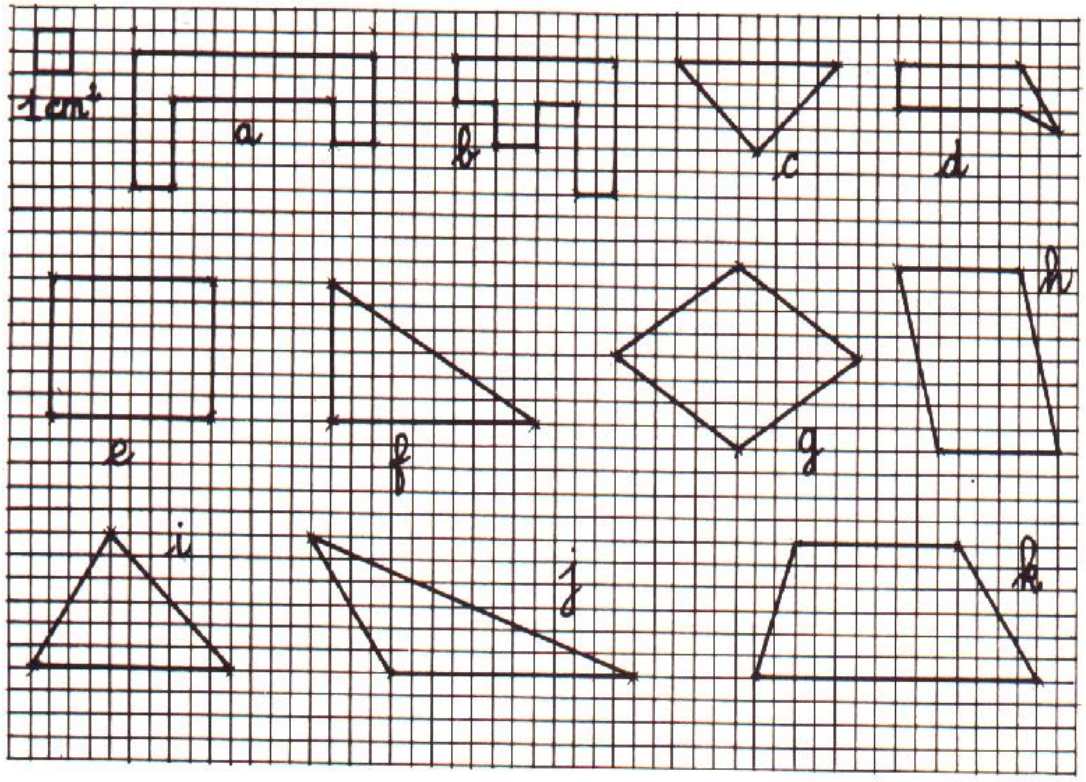
Figure 16 Cours a, extrait page 2

Les figures ne sont pas codées et les formules de périmètres ne sont pas justifiées. Les activités jointes au site Mathadoc nous permettent de comprendre comment il est possible que l'auteur envisage la transition du dénombrement d'unités vers les formules. Il justifie les formules par une généralisation « miraculeuse » du comptage des unités.

L'extrait ci-dessous de l'activité du site Mathadoc permet d'illustrer nos propos.

Activité 1

1. *Reproduire les figures sur papier quadrillé 5 × 5.*
2. *Calculer l'aire de chacune d'elles, en utilisant le quadrillage ou une formule.*
3. *En déduire si possible une formule générale*



Dans cette organisation mathématico-didactique, on commence par faire compter les carreaux pour plusieurs triangles (figures c, f, i et j) ainsi que pour deux parallélogrammes (figures h et g). Dans la question 3 l'élève doit alors en déduire une formule générale. Comment l'élève parvient-il ainsi à faire apparaître, par lui-même, les hauteurs et bases qui interviennent dans les calculs des aires du triangle et du parallélogramme ? Il apparaît inéluctable, sans recourir à l'attente d'un miracle, que le professeur soit obligé de souffler la réponse et que les élèves ne fassent ensuite que vérifier sur ces quelques exemples la validité des formules d'aires.

Le cours b se situe dans une organisation mathématique dont l'élément théorique référerait aux mesures des grandeurs, mais il fait aussi appel à des justifications qui sollicitent des grandeurs sans mesure pour élément théorique. L'aire du triangle rectangle est justifiée par le passage à l'aire du rectangle. On trouve ainsi dans la leçon la phrase suivante :

> « Un triangle rectangle est la moitié d'un rectangle. Il suffit donc de connaître les dimensions du rectangle, de calculer l'aire du rectangle, et d'en prendre la moitié pour obtenir l'aire du triangle rectangle. » (Cours de 2001)

La formule de l'aire du disque, quant à elle, n'est pas justifiée ; l'auteur donne des explications à ce manque, que l'on peut aisément contredire à partir, par exemple, du découpage du disque en secteurs, y compris au niveau de la classe de 6e (*cf.* les pages 17 et 18 du document d'accompagnement *Grandeurs et mesures* édité par la DGESCO)

> « Il n'y a pas vraiment de moyen de justifier rapidement la formule de calcul de l'aire d'un disque. On se contentera donc, pour le moment, de l'admettre et d'apprendre à l'utiliser correctement. »

Dans le cours b, le carré est annoncé comme cas particulier du rectangle. Les lettres figurant dans les formules sont expliquées par une phrase et reportées sur la figure.

Le cours c s'inscrit se situe dans une organisation mathématique dont l'élément théorique référerait aux mesures des grandeurs. On y trouve deux techniques de calculs pour l'aire : l'une à partir d'un dénombrement d'unités et l'autre à partir de formules.

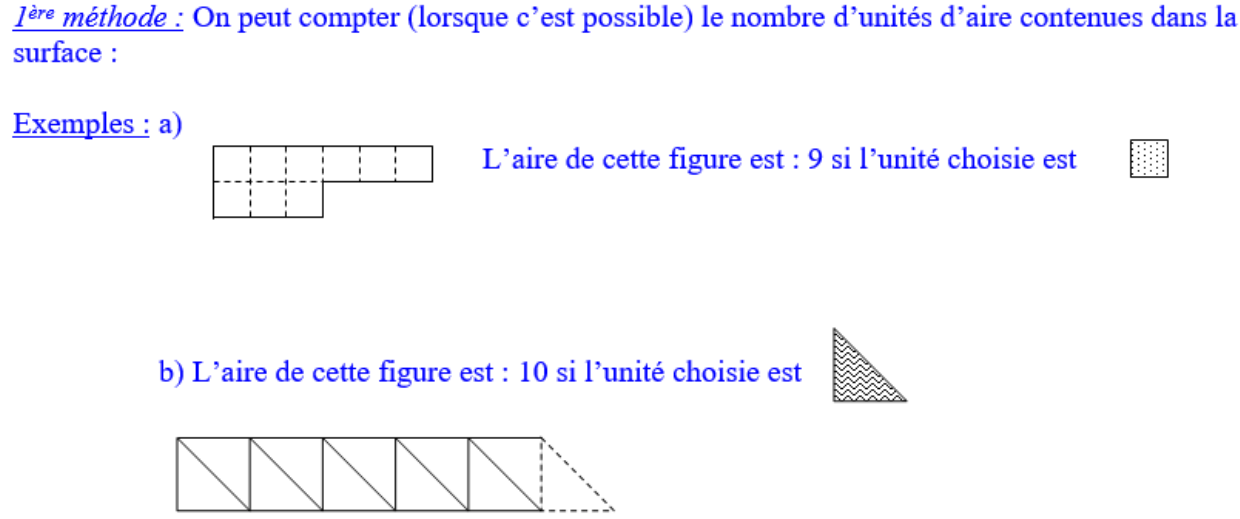
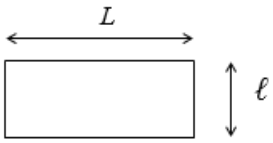


Figure 14. Extrait du cours « c »

Deux unités ici sont présentes : l'aire d'un carré et l'aire d'un triangle rectangle. On trouve dans l'extrait ci-dessous du cours c les formules suivantes :

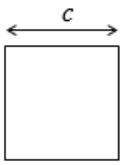
2ème méthode : On peut appliquer une formule :

Aire du rectangle :



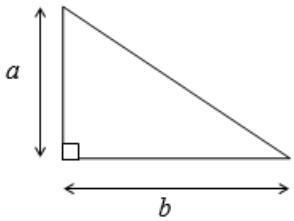
$A = L \times \ell$

Aire du carré :



$A = c \times c$

Aire du triangle rectangle :



$A = \frac{a \times b}{2}$

Figure 15. Suite du cours "c"

Les figures ne sont pas codées (angles droits pour le rectangle et le carré). Les lettres qui apparaissent dans les formules sont écrites sur les figures. On ne trouve pas trace de justification du passage du dénombrement d'unités aux formules de calculs.

Le cours d contient des formules et ne revient ni sur le dénombrement des unités, ni sur le choix d'une unité. Les formules contiennent des lettres dont la signification n'est pas fournie et qui ne sont pas reportées sur les figures.

2. Formules de calculs

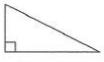
Forme	Figure	Formule du périmètre	Formule de l'aire
Rectangle		$\mathcal{P} = a + b + a + b$ $= (a + b) \times 2$	$\mathcal{A} = a \times b$
Carré		$\mathcal{P} = c \times 4$	$\mathcal{A} = c \times c$ $= c^2$
Triangle rectangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (a \times b) : 2$
Triangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (c \times h) : 2$
Disque		$\mathcal{P} = 2 \times \pi \times r$	$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$ $= \pi \times r^2$

Figure 16. Cours « g » sur les aires et périmètres

On poursuit l'étude par les cours relatifs à la classe de cinquième.

Le cours e s'inscrit dans le cadre des deux modélisations, ou éléments théoriques, avec et sans mesure. Les formules d'aire du rectangle et du disque sont établies comme postulat de base.

1) Les deux règles de base

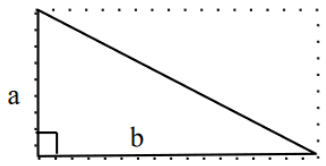
Aire du rectangle : $A = a \times b$ où a et b sont ses deux dimensions.

Aire du disque : $A = \pi \times R^2$ où R est son rayon.

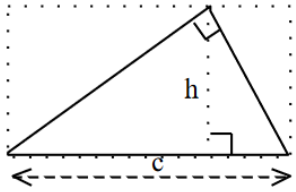
A partir de ces deux formules, l'auteur déduit les formules d'autres figures, celle du triangle, du carré, du trapèze, du losange. Par exemple, l'aire du triangle est justifiée à partir de l'aire du rectangle :

1. Aire du triangle rectangle :

Un triangle rectangle est la moitié d'un rectangle. Son aire est donc la moitié de celle d'un rectangle. Ce que l'on peut présenter de deux manières ci-contre :



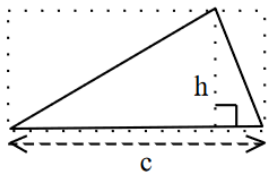
$$A = \frac{a \times b}{2}$$



$$A = \frac{c \times h}{2}$$

2. Aire du triangle quelconque :

De la même manière, tout triangle peut être envisagé comme la moitié d'un rectangle, dont les dimensions sont un côté et la hauteur qui lui est associée. Étant donné qu'un triangle a trois côtés et une hauteur associée à chacun d'eux, il y a trois calculs possibles.



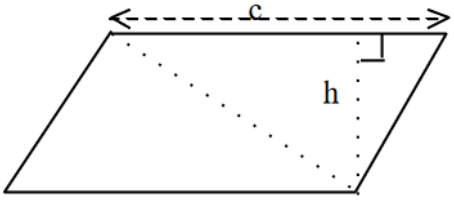
$$A = \frac{c \times h}{2}$$

L'aire du parallélogramme est justifiée par le découpage du parallélogramme en deux triangles symétriques par rapport au centre du parallélogramme. Ces triangles possédant une aire égale, l'auteur en déduit la formule de l'aire du parallélogramme. La mise en texte du savoir fait apparaître les justifications des formules à partir d'un postulat précédemment établi.

Aire du parallélogramme :

On découpe par la diagonale le parallélogramme en deux triangles qui sont symétriques par rapport au milieu de celle-ci et qui ont donc la même aire, d'où :

$$A = 2 \times \frac{c \times h}{2} \text{ donc } A = c \times h$$



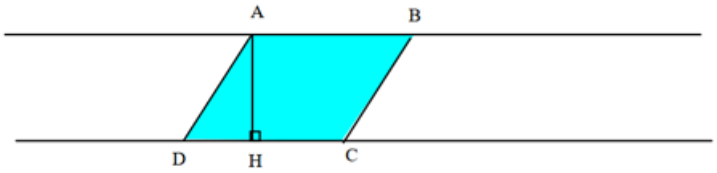
Le cours f s'appuie à la fois sur la modélisation des mesures de grandeurs et sur la modélisation sans mesure. Dans ce cours, l'auteur suppose connue l'aire du rectangle et en déduit les autres.

L'auteur passe du rectangle ABCD à une figure de même aire, celle du parallélogramme EFGH. L'aire du parallélogramme est donc justifiée par découpage sur le parallélogramme du triangle rectangle EJH puis recollement. Cette démonstration ne tient pas compte des parallélogrammes dont la hauteur du parallélogramme et la hauteur du triangle EHG sont extérieures. En exercice, l'auteur propose de construire des parallélogrammes de même hauteur et donc d'aires égales, comme ci-dessous :

L'aire d'un parallélogramme vaut le produit d'un côté par la hauteur correspondante.

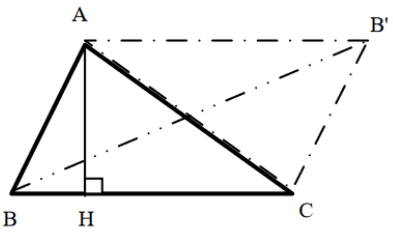
$$A = b \times h$$

Exercice : Construire d'autres parallèlogrammes d'aires égales à celle de ABCD



L'aire d'un parallélogramme ne dépend pas de son « inclinaison ».

Notons que l'aire du rectangle et du carré sont regroupés ensemble. L'aire du triangle est justifiée à partir de l'aire du parallélogramme construit par symétrie centrale.



Soit ABC un triangle et B' le symétrique de B par rapport au milieu de [AC]
ABCB' est un parallélogramme car .....
.....
L'aire de ABCB' = ...
Donc l'aire ABC = ...

L'aire d'un triangle vaut la moitié du produit de l'une des ses bases par la hauteur correspondante.

$$\text{Aire du triangle} = \frac{b \times h}{2}$$

En annexe se trouvent des formulaires sous la forme de tableaux récapitulant les différentes figures et formules à connaître. Si dans les années 2000, les tableaux constituent les annexes de la leçon, dans les années 2017, le formulaire supplante le cours et devient le contenu même de la leçon.

Le cours g contient des formules regroupées dans un tableau. Les lettres ne sont indiquées sur les figures et leur signification n'est pas explicitée.

2. Formules de calculs

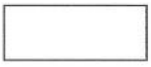
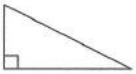
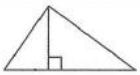
Forme	Figure	Formule du périmètre	Formule de l'aire
Rectangle		$\mathcal{P} = a + b + a + b$ $= (a + b) \times 2$	$\mathcal{A} = a \times b$
Carré		$\mathcal{P} = c \times 4$	$\mathcal{A} = c \times c$ $= c^2$
Triangle rectangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (a \times b) : 2$
Triangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (c \times h) : 2$
Disque		$\mathcal{P} = 2 \times \pi \times r$	$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$ $= \pi \times r^2$

Figure 17. Cours « g »

Récapitulatif concernant le bloc technologico-théorique mis en œuvre dans les différents cours.

Cours n°	Classe de	Années	Technologie	Théorie Modélisation de
a	6ième	2001	généralisation des formules à partir du dénombrement	Θ_L
b	6ième	2001	passage au rectangle pour le triangle rectangle pas de justification pour le disque.	Θ_H et Θ_L
c	6ième	2003	dénombrement et choix de l'unité. pas de justifications des formules	Θ_L
d	6ième	2017	Aucun dénombrement Formules non justifiées.	Θ_L
e	5ième	2002	Postulat : aire du rectangle justification de l'aire du triangle à partir de celle du rectangle et de l'aire du parallélogramme à partir de celle du triangle.	Θ_H et Θ_L
f	5ième	2002	Postulat : aire du rectangle justification de l'aire du parallélogramme à partir de celle du rectangle et de l'aire du triangle à partir de celle du parallélogramme.	Θ_H et Θ_L
g	5ième	2017	Formules non justifiées	Θ_L

On peut conclure de cette enquête que les cours de sixième et de cinquième intègrent des justifications dans les années 2001 et 2002 à partir de l'équidécomposabilité, et donc à partir du recours à la décomposition et au recollement de figures ; technique qu'on peut rattacher la modélisation Θ_H des aires sans mesure, comme le fait Hilbert. En 2003, on peut trouver des formules introduites à partir du dénombrement d'unités carrées. On se trouve dans des techniques qu'on peut rattacher à une modélisation Θ_L de la mesure des aires. En 2017, les justifications sont totalement absentes : l'établissement formules ne

s'appuie plus sur aucune technique recourant, même de loin, à Θ_L ou Θ_H. Les cours de 2017 en sixième comme en cinquième intègrent un milieu pauvre, ténu, dénué d'éléments technologico-théoriques solides permettant de produire, justifier et expliquer les formules.

Ces différents cours, qui constituent un échantillon clinique de leçons de professeurs sur les aires et périmètres, révèlent une profonde évolution tant au plan de leur longueur que l'on peut prendre comme premier indice que, chose plus profonde, au plan de leur contenu. La mise en texte du savoir sous forme d'organisation mathématique transposée s'effondre peu à peu en une quinzaine d'années. Pour seul exemple, on peut reprendre l'explication de ce que représente les lettres dans les formules. En 2001, on explique en une phrase ce que représente chaque lettre et celle-ci est reportée sur la figure. En 2003, et dans notre échantillon, on ne retrouve plus que le report de la lettre sur la figure. En 2017, les formules sont données par des lettres, sans report sur la figure, et sans que leur signification soit donnée ; ces points relèvent-ils d'une évidence partagée entre auteurs de manuels et élèves auxquels ils sont destinés ?

Tout se passe comme si les éléments technologiques constitués des formules étaient transparents pour ceux qui étudient : des élèves de 6e et 5e. Les éléments du bloc technologico-théorique disparaissent peu à peu laissant place à une liste de propriétés non justifiées, à des types de tâches munis ou non de techniques, sans explications pouvant éclairer leurs fondements. Relevons encore que nous ne trouvons pas non plus de support théorique au périmètre du cercle et ni à l'aire du disque. On aurait pu trouver à défaut, une technologie expérimentale pour le périmètre, basée sur le tour de ficelle que l'on déroule. Il existe entre les années 2001 et 2017, un dépérissement du *logos.*

Ce constat n'est pas propre au secteur des aires, ni au niveau collège. F Wozniak, a déjà repéré cette difficulté en 2012 à propos du « problème du géant », donné à résoudre dans une classe de CM_2 et qui engage une modélisation du problème par la proportionnalité :

> Dans la classe observée une certaine *praxis* relevant de la modélisation s'est donnée à voir mais très peu de *logos* associé : un modèle est utilisé et fonctionne sans discuter sa légitimité ou son domaine de validité. Au regard du modèle épistémologique de référence que nous utilisons, nous dirons que les praxéologies liées à la construction d'un modèle mathématique sont muettes. Il semble, en effet, que se construisent essentiellement des rapports d'action, parfois de façon partielle, des rapports de formulation. Quant aux rapports de validation, propres aux praxéologies fortes, nous n'en voyons aucune trace. (Wozniak, 2012)

6.2.2.2 Quelques précisions sur le bloc technologico-théorique

Dans les différents cours précédents, existent de nombreuses différences dans le choix des justifications. Dans ce paragraphe, nous souhaitons faire le point sur les blocs technologico-théoriques possibles sur les aires et périmètres en classe de cinquième et de sixième.

6.2.2.2.a. Deux organisations mathématiques

L'effet de l'effondrement didactique du bloc technologico-théorique a des conséquences sur les techniques d'étude des élèves. Le cours de y_2 sur les aires et périmètres est réduit à une liste de formules. Les élèves de y_2 expriment le besoin d'aller rechercher des technologies pour compléter un cours restreint dont les justifications sont absentes. Ces élèves, tout au moins certains d'entre eux, éprouvent la puissance des éléments du bloc technologico-théorique sans pour autant pouvoir y accéder à partir du texte d'un cours ; que celui-ci soit donné par le professeur ou qu'on le trouve dans un manuel.

Les manuels à leur disposition ne permettent pas non plus de pallier ce manque. Ils sont construits sur la même trame et montrent la même évolution.[49]Ils sont constitués de cours faisant place à une liste de formules sans application, occultant la notion de grandeur. Cette infrastructure d'un cours réduit « à des listes » incite les élèves à apprendre par cœur des mathématiques. Les organisations mathématiques construites par les élèves sont donc appuyées sur la mémorisation des formules apprises par cœur, par répétition. De ce fait et dans ce qui suit, on décide de désigner sous le terme d'organisation mathématique « répétition » ces organisations mathématiques. On peut mettre en avant, à travers l'étude des divers cours, une autre organisation mathématique que l'on appellera OM « équidécomposabilité », dans la mesure où elle prend en compte les aires sans mesure.

6.2.2.2.b. L'Organisation mathématique « répétition »

Type de tâches T : Calculer l'aire d'une figure usuelle.

Technique τ : Appliquer la formule.

Technologie θ : Les formules. Quelle que soit la figure usuelle, la formule permet de réaliser la tâche.

Théorie Θ : C'est une loi générale. Il n'y a rien à comprendre, le monde est ainsi fait.

A l'opposé, on peut trouver une autre organisation mathématique dont la théorie repose sur l'équidécomposabilité des figures, mais aussi la modélisation des mesures d'aires.

6.2.2.2.c. L'Organisation mathématique « équidécomposabilité »

Type de tâches T : Calculer l'aire d'une figure usuelle.

Technique τ : Appliquer la formule.

[49] On ne fera pas ici l'étude des manuels scolaires et de leurs évolutions entre 2000 et aujourd'hui puisque leurs parties « cours » présentent les mêmes caractéristiques que les cours des professeurs analysés. Ceci n'est pas surprenant dans le sens où les manuels scolaires présentent une source d'inspiration majoritaire dans le corps enseignant.

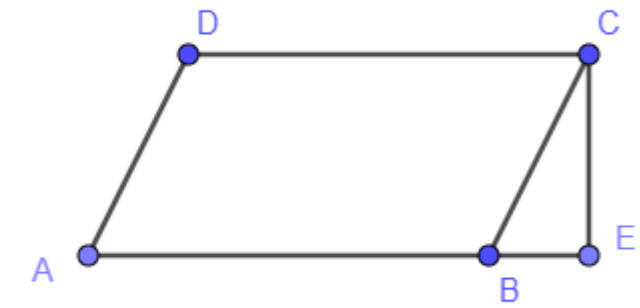
Technologie θ : Les formules. Quelle que soit la figure usuelle, la formule permet de réaliser la tâche.

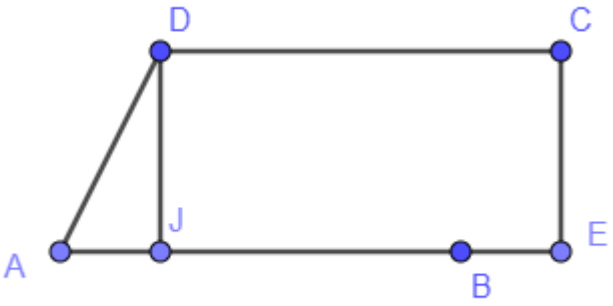
Théorie Θ : Propriété d'équidécomposabilité (découpage et recollement) et propriété de complémentation issues de la modélisation des grandeurs sans mesure et modélisation des mesures des aires.

On rappelle ici au sein de cet OM, les détails des démonstrations de la formule de calculs de l'aire du parallélogramme et de l'aire du triangle.

6.2.2.2.d. Justification de l'aire du parallélogramme.

On complémente le parallélogramme ABCD par un triangle BCE rectangle en E.





Aire (AECD) = Aire(ABCD) + Aire (BEC)

Aire (AECD) = Aire(DCEJ) + Aire (ADJ)

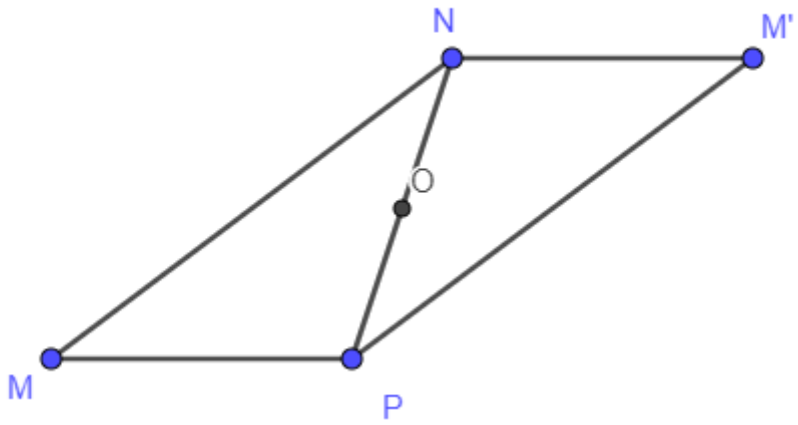
Or Aire(BEC) = Aire(ADJ)

Donc Aire(ABCD) = Aire (DCEJ)

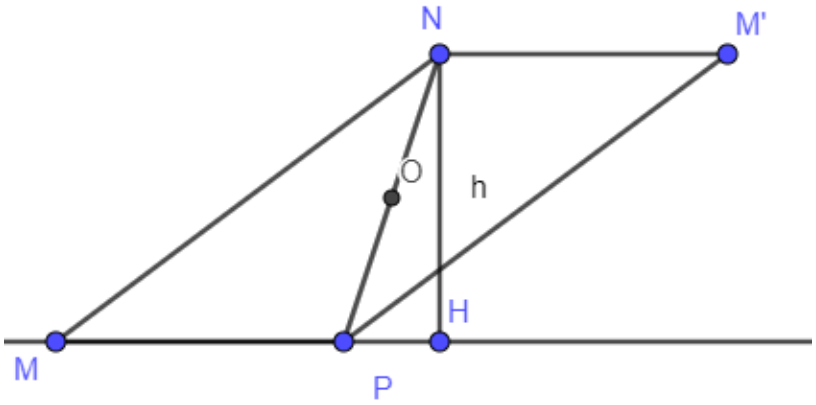
DCEJ est un rectangle donc
Aire(ABCD) = DC × DJ
Aire(ABCD) = Côté DC × hauteur relative à [DC]

On poursuit par la justification de l'aire du triangle, de deux façons différentes.

6.2.2.2.e. Première justification de l'aire du triangle MNP.



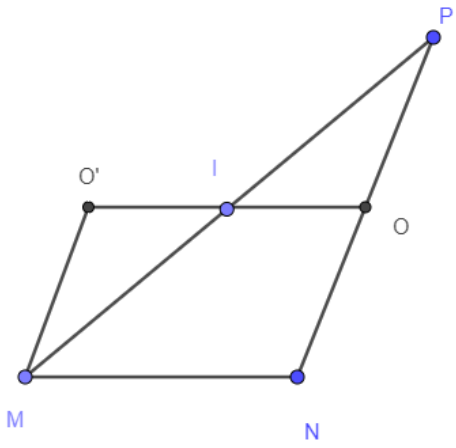
Soit *O* le milieu de [*NP*]. On construit *M'* le symétrique de *M* par rapport à *O*.
Les triangles *MNP* et *M'PN* sont symétriques par rapport à *O*. Ils possèdent donc la même aire.
Les diagonales du quadrilatère *MPM'N* se coupant en leurs milieux, le quadrilatère *MPM'N* est un parallélogramme.
Aire (*MPM'N*) = *MP* × hauteur relative à [*MP*]
On appelle *h* cette hauteur relative et *H* le pied de la hauteur issue de *N*, perpendiculaire à (*MP*).



Aire (*MPM'N*) = *MP* × *NH*
Aire (*MPM'N*) = 2 × aire (*MNP*)
D'où Aire (*MNP*)=$\frac{MP \times NH}{2}$

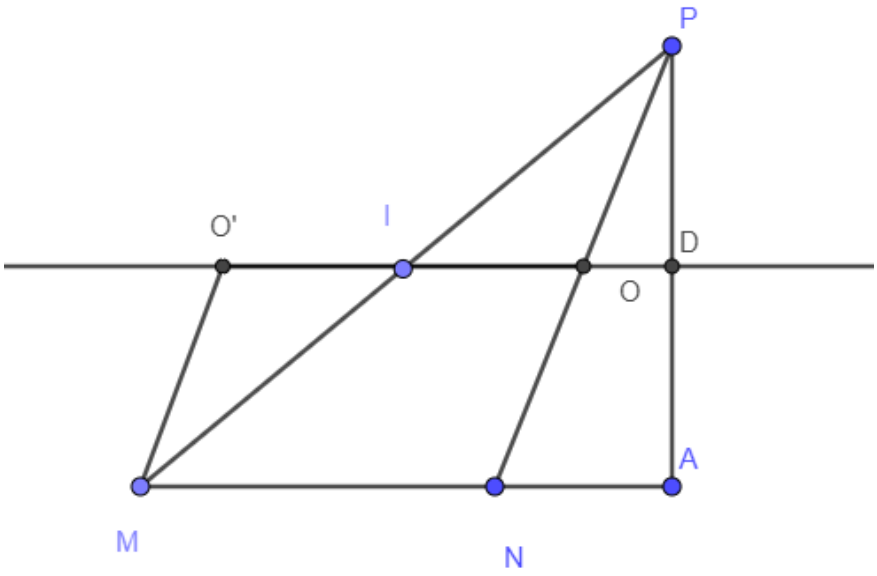
6.2.2.2.f. Deuxième justification de l'aire du triangle MNP

On peut justifier l'aire du triangle MNP d'une deuxième façon.



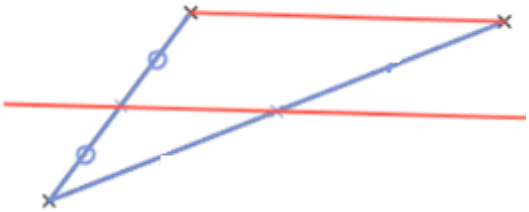
Soit *O* le milieu de [*PN*] et *I* le milieu de [*MP*]. On considère *O'* le symétrique de *O* par rapport à *I*.
On a donc *P* qui est le symétrique de *M* par rapport à *I*.
Donc le triangle *IPO* est le symétrique du triangle *IMO'* par rapport à *I*.
Par conservation de l'aire par symétrie centrale, les aires de *IPO* et *IMO'* sont donc égales.

Aire(*MNP*) = Aire (*MNOI*)+Aire(*IPO*)= Aire (*MNOI*)+Aire(*IMO'*)= Aire (*MNOO'*)
L'aire de *MNP* est égale par découpage et recollement du triangle *IPO* à l'aire de *MNOO'*.
On démontre ensuite que *MNOO'* est un parallélogramme.
Le symétrique de *P* par rapport à *I* est *M*.
Le symétrique de *O* par rapport à *I* est *O'*.
Par conséquent, le symétrique de la droite (*PO*) par rapport à *I* est (*O'M*) donc (*O'M*) est parallèle à (*OP*), et *OP* = *O'M*
O est le milieu de [*NP*] donc *OP*= *ON*.
D'où *ON* = *OP* = *O'M*.
Le quadrilatère *MNOO'* est non croisé, il a deux côtés parallèles et de même longueur.
MNOO' est donc un parallélogramme.



On trace la hauteur *PA* issue de *P* du triangle *MNP*. La hauteur du parallélogramme *MNOO'* est *DA*. Par une propriété des milieux* dans les triangles *PNA* et *POD*, en prenant *O* milieu de [*PN*], la parallèle à (*NA*) passant par le milieu *O* de [*PN*] coupe [*PA*] en son milieu. Le point *D*, défini comme l'intersection de la parallèle à (*NA*) passant par *O* et [*PA*], est donc le milieu de [*PA*].
Ainsi la hauteur DA du parallélogramme MNOO' est égale à la moitié de la hauteur PA du triangle MNP.
On obtient : aire (*MNP*) = Aire (*MNOO'*) = $MN \times DA = MN \times \frac{1}{2} PA = \frac{MN \times PA}{2}$
Cette démonstration utilise une propriété des milieux * non vue en classe de cinquième.

Dans un triangle, **si** *une droite passe par le milieu d'un côté parallèlement à un deuxième côté* **alors** *cette droite coupe le troisième côté en son milieu.*

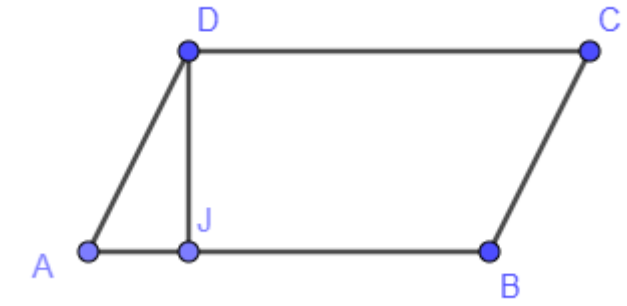


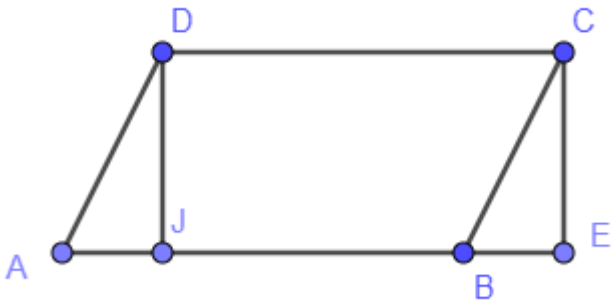
Entre ces deux organisations mathématiques, les théories, c'est-à-dire les éléments justificateurs de la technologie, ici les formules de calculs d'aires usuelles, diffèrent. Dans la première, on ne cherche pas à expliquer les formules ; elles font partie des données et on les apprend par cœur. Dans la deuxième organisation mathématique, la théorie sert à démontrer les formules. Elles servent à contrôler les formules, elles permettent de garantir l'association de la figure à la formule.

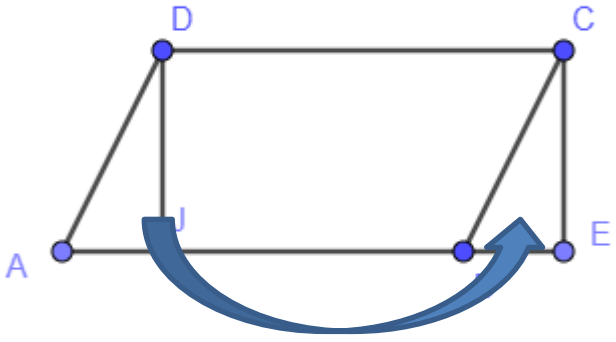
On peut dégager des sous-organisations mathématiques de l'organisation mathématique « équidécomposabilité » Dans ces sous-organisations mathématiques, il manque des éléments théoriques. Ainsi nous les avons appelées organisations mathématiques contenues dans l'OM « équidécomposabilité ». Il s'agit en fait de justifications non générales qui ne sont valides que dans certains cas particuliers.

6.2.2.2.g. Cas particuliers : Organisation mathématique contenue dans l'OM « équidécomposabilité »

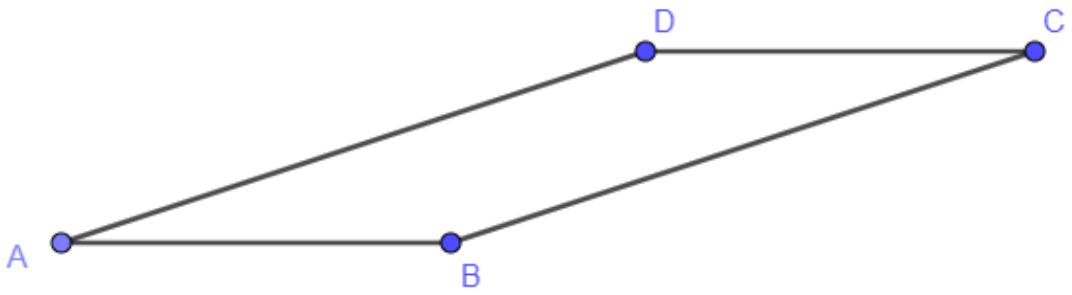
Cas particulier du parallélogramme dont les hauteurs ne sont pas toutes à l'extérieur.
La justification de l'aire du parallélogramme est basée sur un découpage recollement. A partir du parallélogramme *ABCD*, on trace *J* le pied de la hauteur issue de *D* perpendiculaire à (*AB*).







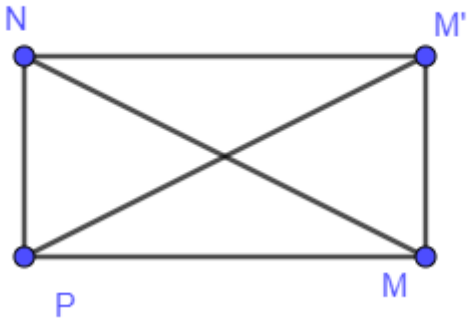
On obtient le rectangle *DCEJ*. Nous les avons appelés sous-organisation mathématiques de l'OM1 puisque cette justification ne prend pas en compte tous les cas possibles de parallélogrammes. Par exemple,



La formule est retenue grâce à ce découpage et recollement.

Cas particulier du triangle rectangle.

Dans le cas particulier du triangle rectangle, lorsqu'on construit le parallélogramme par symétrie centrale, le parallélogramme en question est un rectangle.



Pour l'organisation mathématique « équidécomposabilité », on prend comme axiomatique l'aire du rectangle. On justifie alors l'aire du parallélogramme à partir de celle du rectangle puis celle du triangle à partir du parallélogramme. On peut aussi envisager de justifier l'aire du triangle à partir de celle du rectangle puis celle du parallélogramme comme le double de celle du triangle.

6.2.2.3 Retour sur l'influence de l'organisation mathématique sur les gestes de l'étude

L'insuffisance des éléments théoriques pour des organisations mathématiques influence les gestes de l'étude. Les élèves de y_2 cherchent à combler ce manque, sans grande réussite. Quels sont les élèves qui y parviennent ? Et par conséquent, ne peut-on légitimement s'interroger sur la reproduction par l'école des inégalités sociales ?

Pourquoi une telle évolution et un effondrement des dimensions technologico-théoriques dans les cours, que ce soit ceux des professeurs comme ceux des manuels ? Cette question, restée à l'état de constat est, dans notre étude laissée en suspens. Seules des pistes sont envisagées. Est-ce la conséquence d'une forte contrainte de temps ? Est-ce une volonté de la part des enseignants de simplifier les savoirs ? Mais alors est-ce dû à une inexorable négociation à la baisse des contrats didactiques au sein des classes, dont on perçoit la tendance générale ? La question reste ouverte.

Dans la suite on se penche sur les organisations mathématiques étudiées par les élèves de y_1 et de y_2 dans le cadre de leur étude personnelle. Ces organisations ne sont pas toujours celles enseignées en classe. D'où proviennent-elles ?

On commence, dans un premier temps, par mettre en évidence les organisations mathématiques utilisées par les élèves que nous avons interrogés. Ce travail a pour finalité de le relier aux praxéologies d'étude des élèves.

6.2.2.3.a. Bilan sur les organisations mathématiques étudiées par les élèves de y_1 la première année et leur provenance

Elève et niveau en mathématiques	Organisation mathématique	Provenance
Willane (Bon élève)	OM « équidécomposabilité » pour le triangle rectangle	mère de Willane
	OM répétition pour les autres types de tâches	classe
Sarah(Bon élève)	OM répétition	classe
Amira(Moyen)	OM répétition	classe
Marvyn(Moyen)	OM répétition	classe
Déborah(Faible)	OM répétition	classe
Jade(Faible)	OM répétition	classe

6.2.2.3.b. Bilan sur les technologies étudiées par les élèves de y_2 et leur provenance

Elève et niveau en mathématiques	Organisation mathématique	Provenance
Ambre (Bon élève)	OM répétition	classe
Bastien (Bon élève)	OM « équidécomposabilité » pour le parallélogramme et OM répétition pour les autres figures	mère de Bastien et classe
Alicia (Moyen)	OM répétition	classe
Mathilde (Moyen)	OM répétition	classe
Ophélie (Faible)	OM répétition	classe
Noa (Faible)	OM répétition	classe

Dans la classe de y_1 la première année, et celle de y_2, les deux professeurs enseignent une « organisation mathématique répétition ». Les formules ne sont pas démontrées ; il s'agit donc de les apprendre par cœur.

Le niveau de complexité des éléments technologico-théoriques à solliciter pour justifier les formules apparaît très élevé pour un élève qui étudie seul. Il est difficile pour un collégien de prendre en charge cette dimension, de manière autonome. Les élèves n'ont donc pas d'autre choix que d'apprendre par cœur des formules. Seuls les bons élèves accèdent à l'organisation mathématique « équidécomposabilité », faisant appel à des éléments théoriques. Cet accès se réalise grâce à la famille, et pour certaines figures seulement. On rencontre cette situation chez Willane, élève de REP, qui profite des conseils de sa mère pour étudier. Il contrôle la formule de l'aire du triangle en formant un

rectangle. On le constate également chez Bastien à propos des parallélogrammes, qui lui-aussi bénéficie de l'aide de sa mère (justification par un découpage recollement).

Ces deux élèves, qui sont de bons élèves, accèdent à un bloc technologico-théorique grâce à l'aide apportée par leur milieu familial. Une des familles justifie l'aire du parallélogramme mais pas celle du triangle, et l'autre l'inverse. Le milieu familial ne permet pas nécessairement l'accès à la complétude de toutes les organisations mathématiques.

Lors de la deuxième année, pour y_1, l'organisation mathématique a changé. L'organisation mathématique « équidécomposabilité » a été sollicitée lors des séances en classe. De la même façon, on met au jour les différentes organisations mathématiques lors l'étude à la maison.

6.2.2.3.c. Bilan sur les organisations mathématiques étudiées par les élèves de y_1 la deuxième année et leur provenance

Elève et niveau en mathématiques	Organisation mathématiques	Provenance
Enzo (Bon élève)	OM répétition	Personnel
Ismaël (Bon élève)	OM équidécomposabilité pour le triangle rectangle	Classe
Anaelle (Moyen)	OM répétition	Personnel
Bohren (Moyen)	OM équidécomposabilité pour le triangle rectangle	Classe
Coline (Faible)	OM répétition	Classe
Coralie (Faible)	OM répétition	Personnel

On remarque des évolutions chez les élèves. Deux élèves, Ismaël et Bohren, sur les six interrogés, mobilisent des organisations mathématiques « équidécomposabilité », provenant de la classe. Il s'agit pour ces deux élèves de la construction d'un rectangle ayant une aire deux fois plus grande que le triangle. Il est intéressant de constater que les niveaux en mathématiques de ces deux élèves sont différents. L'un est un bon élève, Ismaël, l'un est plutôt moyen, Bohren. L'organisation mathématique développée dans la classe a une influence sur les gestes de l'étude à la maison.

L'organisation mathématique « équidécomposabilité » vit chez les bons élèves en situation de classe ordinaire, grâce au milieu familial. La deuxième année, lorsque le scénario de PER a été donné, les élèves ont utilisé l'organisation mathématique « équidécomposabilité », cette fois-ci grâce au système didactique principal. Ainsi, une organisation mathématique basée sur des éléments technologico-théoriques plus robustes au plan mathématique permettrait d'assurer la possibilité d'une certaine démocratisation des savoirs : l'étude en serait portée par l'institution scolaire, et non pas

laissée aux seules variations familiales de la composante de capital culturel qui est propre aux mathématiques.

On peut enfin dresser un bilan sur les praxéologies auto-didactiques d'étude, parallèlement aux praxéologies mises en place dans l'étude personnelle.

Praxéologie « répétition »
***T* : se souvenir des formules d'aires**
Technique : apprendre par cœur
Technologie : parce que c'est comme ça !
Théorie : on doit apprendre par cœur les mathématiques !

Praxéologie « équidécomposabilité »
***T* : se souvenir des formules d'aires**
Technique : se souvenir des formules grâce aux éléments technologico-théoriques
Technologie : les éléments technologico-théoriques permettent de justifier et de produire la technique.
Théorie : Les éléments technologico-théoriques permettent de soulager la mémoire et de contrôler la technique.

On peut formuler des hypothèses explicatives au recours à une organisation mathématique « répétition ». En effet, on peut relier cette conclusion avec les résultats de Butlen, Pézard et Masselot. Dans leur article intitulé « accompagnement en mathématiques de professeurs des écoles débutants nommés en ZEP. Analyse des pratiques et inférence sur la formation initiale », ils soulignent deux contradictions chez des enseignants débutants en zone d'éducation prioritaire. L'une se situe entre la logique de réussite immédiate et celle des apprentissages.

> Les enseignants observés ont le souci constant d'encourager les élèves, de les « rassurer », de créer ainsi un climat de confiance « cognitif » et « affectif » sans lequel, d'après eux, les élèves ne peuvent entrer dans une dynamique d'apprentissage. Cela se traduit notamment pour la majorité d'entre eux par un aplanissement des difficultés, une simplification des tâches, une prédominance d'activités algorithmisées, un étayage très important, et l'attribution presque systématique d'évaluations positives (bonnes notes ou encouragements parfois même excessifs). Les maîtres et les élèves se trouvent ainsi dans une sorte de cercle vicieux : les maîtres simplifient les tâches qu'ils donnent aux élèves pour qu'ils réussissent, les élèves peuvent exécuter la tâche sans l'investir réellement dans un but d'apprentissage et de ce fait ne construisent pas nécessairement les connaissances visées.
> (Butlen et al., 2002, p. 45)

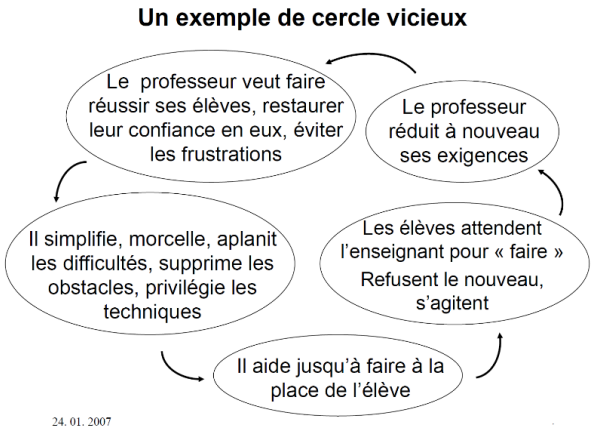
Dans notre panel, nous avons fait face au même constat de « négociation à la baisse » des exigences, à la fois en zone d'éducation prioritaire mais aussi en zone rurale.

Nous observons dans ces deux classes un enseignement basé sur une liste de types de tâches et de techniques dont le bloc technologico-théorique est sans fondement. Il s'agit

pour les élèves d'apprendre par cœur et de ne pas essayer de justifier. Les mots « base » et « hauteur » ne sont pas définis, ni associés aux figures. Tout paraît découler d'une certaine évidence, comme si cette évidence devait être tue. On trouve chez Butlen, Peltier et Pézard des explications à ce phénomène, à partir d'une deuxième contradiction relevée par les auteurs. Elle concerne le temps de classe et le temps des apprentissages.

> Les enseignants observés sont conduits à privilégier un traitement instantané des apprentissages comme des comportements au détriment d'un traitement dans la durée. Ceci nous semble lié à la logique de la « réussite » dans laquelle ils s'installent. Ils évitent de travailler plusieurs jours de suite sur un même objet de savoir par crainte de lasser leurs élèves. Le savoir est ainsi découpé en micro tâches qui sont proposées à plusieurs jours d'intervalle, sans que des liens soient clairement identifiables et identifiés entre les différentes séances. Souvent la gestion quotidienne effective du temps est en contradiction avec les déclarations des professeurs : ceux-ci disent manquer de temps, mais dans la classe, ils réduisent les temps d'apprentissage pour éviter les conflits ou les gérer (Ibid., page 45).

La deuxième année, dans les classes de y_2 et de y_1, les types de tâches et techniques sont les mêmes : calculer l'aire d'une figure par application d'une formule. Cependant y_2 décide de « simplifier » l'organisation mathématique : dans l'organisation mathématique enseignée, y_2 décide de s'affranchir de l'élément théorique de l'OM justifiant les technologies. Cette absence de justifications induit des conséquences sur les techniques d'étude des élèves, notamment pour les faibles. Privés d'un milieu familial qui pourrait pallier ce déficit, ils étudient en recourant à un apprentissage par cœur dénué de sens. On peut illustrer ces propos par un schéma de cercle vicieux, proposé par ML Peltier-Barbier lors d'une présentation à l'IUFM de Haute-Normandie le 24 janvier 2007.



6.3 Analyse des ressources disponibles, en particulier les manuels

L'étude personnelle ne peut se réaliser sans avoir recours à la construction d'un milieu pour travailler. Les activités, cours, exercices et autres éléments que l'on trouve dans les manuels font partie des œuvres que les élèves peuvent intégrer dans leur milieu d'étude. Comme le précise H. Chaachoua & C. Comiti lors du 2e congrès de TAD en 2007, les

manuels ont subi des évolutions qui nous renseignent sur ce que l'institution attend d'un élève :

> L'étude de la structure du manuel nous renseigne sur la place accordée aux activités, la présence ou non des exercices résolus et les commentaires éventuels des auteurs. Par exemple, en France, la structure des manuels a changé au cours de ce siècle. Pendant la période de la réforme des mathématiques modernes, les chapitres des manuels étaient structurés en deux parties : cours puis exercices et problèmes. Après cette réforme, les chapitres se composent de quatre parties : activités préparatoires ; cours ; travaux pratiques ; exercices. Ce changement témoigne de l'évolution de la place accordée aux activités dans le processus d'apprentissage des mathématiques. (Chaachoua & Comiti, 2007, p. 774)

Dans cette partie, notre attention se porte sur un double objectif.

Premièrement nous souhaitons déterminer quelles possibilités en termes d'étude personnelle, les ressources, en particulier les manuels scolaires de y_1 et de y_2, peuvent offrir *a priori*. Nous cherchons à cerner les avantages qu'ils peuvent apporter mais aussi les freins qu'ils peuvent représenter dans l'étude. Enquêter sur les manuels scolaires, qui sont prêtés gratuitement par les établissements scolaires, est d'autant plus intéressant que tous les élèves y ont accès.

Deuxièmement, à travers les entretiens, nous tentons de synthétiser les fonctions occupées par le manuel dans l'étude par les élèves. Nous avons choisi de nous focaliser sur deux ouvrages seulement (Annexe 28), ceux utilisés par les élèves de y_1 et de y_2 ; en effet, il s'agit ici de croiser ce que font réellement les élèves des ressources à leur disposition, avec ce que le professeur préconise en classe à propos de son usage, et ce qu'ils auraient pu en faire. On peut penser que l'enquête aboutirait aux mêmes conclusions quant à la potentialité d'étude fournie par d'autres manuels puisque rares sont ceux qui ne sont pas construits de façon similaire. Nous pourrons ainsi nourrir notre réflexion sur la question problématique 3, que nous rappelons ici :

> **Question 3** : Quelles sont les techniques d'étude manquantes chez les collègiens ? Pour quelles raisons ne vivent-elles pas dans « l'institution collège » ? A quelles conditions pourraient-elles vivre ?

6.3.1 Cadre d'analyse

G. Gueudet et L. Trouche ont étudié les ressources utilisées par les professeurs pour construire leurs séances de cours. En effet, dans l'ouvrage « ressources vives » qu'ils coordonnent, ils s'intéressent au *travail documentaire* des professeurs pour rassembler des ressources, les transformer, les partager, les mettre en œuvre en classe. Il nous paraît intéressant de mettre en parallèle ces travaux avec ce que l'on sait désormais du travail personnel de l'élève en situation d'étude : l'élève doit, lui aussi, rassembler des ressources pour constituer un milieu d'étude pour lui-même. L'idée est donc de transposer l'étude didactique concernant les professeurs à notre étude qui porte sur le travail des élèves. Cette dimension s'inscrit dans le cadre de travaux qui l'ont précédée :

> Cette approche instrumentale a déjà été évoquée pour aborder le problème de l'utilisation des livres scolaires (Bruillard 2007) ; des questions de conception et de transmission de ressources pour l'enseignement (Cobb, Zhao, & Visnovska 2008) ont été étudiées dans une perspective théorique similaire (Wertsch 1998). (Gueudet &Trouche, 2008)

L'approche documentaire du didactique a été initiée pour un cours à l'école d'été de didactique des mathématiques de 2007. Elle se nourrit de plusieurs cadres théoriques : la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), la théorie anthropologique du didactique et la théorie des champs conceptuels de Vergnaud. Le point de départ est trouvé dans la théorie ergonomique (Rabardel, 1995), qui considère initialement les ressources comme des objets ou des *artefacts*. Le dictionnaire Larousse définit le mot *artefact* ainsi :

> En anthropologie, produit ayant subi une transformation, même minime, par l'homme, et qui se distingue ainsi d'un autre provoqué par un phénomène naturel.

On peut donc distinguer les objets naturels : une montagne, un ruisseau et les artefacts qui sont produits par l'activité humaine. Les livres, l'internet sont donc des artefacts en tant qu'objets créés de toutes pièces par l'homme. L'étymologie du mot confirme cet aspect puisqu'il est issu du latin *factum* signifiant effet, et de *ars, artis*, artificiel. Dans notre travail, le manuel de y_2 est donc au départ pour l'élève un *artefact.* Notons que Rabardel distingue un *artefact* disponible pour un utilisateur donné, et un *instrument* que cet utilisateur construit, au cours de ses multiples utilisations. Ces processus de développement de prise en main des ressources, les *genèses instrumentales,* reposent, pour un individu donné, sur l'appropriation et la transformation de *l'artefact*, à travers différents contextes, afin de résoudre un problème donné. Dans les travaux de G. Gueudet et L. Trouche, les ressources sont analysées, dans leur *instrumentalisation et leur instrumentation.* En effet, à travers cette variété d'utilisations, l'individu construit pour lui-même des *schèmes* d'utilisation de *l'artefact.* Rappelons qu'un *schème* (Vergnaud, 1991) est une *organisation invariante de l'activité,* qui comporte notamment *des règles d'action*, et est structurée par des *invariants opératoires* qui se forment au cours de cette activité, dans divers contextes appartenant à la même classe de situations. *L'instrument* qui découle de cette appropriation est donc la résultante de l'*intégration de l'artefact* par l'utilisateur. On peut ainsi écrire : *instrument = artefact + schèmes*.

L'emploi répété du manuel en tant que ressource permet à l'élève de s'approprier son usage. C'est au cours de ces multiples utilisations que l'élève peut construire pour lui-même des *schèmes.* Le couple formé par le manuel et les schèmes pour son usage devient alors un instrument pour l'élève qui l'utilise. En théorie anthropologique, le manuel fait partie des œuvres. Si l'élève l'utilise dans son travail personnel, cette œuvre entre dans la composition du milieu d'étude de l'élève. Le manuel peut se comporter comme un média si l'élève sait l'interpréter à partir des informations qu'il y trouve. L'instrument ainsi décrit appartient aux médias en TAD. Dans le cas d'élèves, les *schèmes* sont de l'ordre de l'appropriation personnelle, chez les sujets en position d'élèves, de techniques institutionnelles ; autrement dit une des composantes du rapport personnel à un objet,

relevant en grande partie du bloc pratico-technique, que la personne a construit à partir des divers types d'assujettissements qui furent ou sont les siens, selon la position occupée dans les institutions qu'il a fréquentées. Le rapport personnel, dans ses différentes dimensions, s'inscrit dans l'histoire des assujettissements constitutifs de la personne, de ce qu'elle en a conservées. *L'approche documentaire* distingue deux processus au cœur des genèses instrumentales, les processus *d'instrumentation* et les processus *d'instrumentalisation.*

L'intrumentalisation concerne le processus de découverte de propriétés et de nouvelles fonctions de l'artefact. Elle peut être tout aussi bien locale, liée aux caractéristiques d'une situation spécifique ou encore durable, permanente. *L'instrumentation* concerne les contraintes mais aussi les fonctionnalités de l'artefact ainsi que les évolutions possibles des schèmes à mettre en place par le sujet. *Ces deux processus se constituent en une dialectique profonde.*

Dans notre étude, si nous ne considérions que les schèmes, nous ne pourrions guère accéder à la dimension du rapport personnel qui réfère au bloc technologico-théorique. En effet, l'approche en termes de schème, en tant qu'*organisation invariante de l'activité,* relève du sujet épistémique pour lequel l'entrée dans « la boîte noire » ne peut que se faire à partir d'inférences ; c'est aussi le cas de l'étude de la dimension privée du rapport personnel. Or, l'appropriation de techniques au sein d'une institution didactique – on l'a constaté précédemment – dépend fortement du bloc technologico-théorique des organisations mathématiques qui est, ou non, institutionnellement enseigné pour être étudiées. Par exemple, Ophélie apprend les formules en les répétant plusieurs fois, n'ayant pas d'autres possibilités qu'un apprentissage par cœur puisque les dimensions technologico-théoriques des organisations qu'elle étudie ne lui ont pas été enseignées. Bastien, quant à lui, se contente de relire les formules et réalise ainsi une économie substantielle à l'apprentissage : il a en effet eu accès, par le biais de sa mère, à des éléments théoriques qui lui permettent de (re)produire les formules et ainsi de les retenir pour s'en servir. Dans l'approche par schèmes, et par extrapolation, on peut rencontrer ce qui relève de la dimension technologique à travers la notion de concept, reposant amplement sur la notion de situation. (Vergnaud, 1991)

Les *situations* sont définies comme les circonstances dans lesquelles se trouve une notion mathématique. De là, découlent des classes de situations, dont on dira de deux situations qu'elles sont dans la même classe si elles appellent le même traitement.

Un concept *C*, donné par le triplet $C = \{\boldsymbol{S}, I, S\}$, se définit ainsi par la réunion de trois ensembles.

- La *référence* $\boldsymbol{S}$ est l'ensemble des situations qui donnent sens au concept.
- Le *signifié I* est l'ensemble des invariants sur lesquels repose l'efficacité des schèmes.

- Le *signifiant S* est l'ensemble des formes langagières ou non qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement.

La dimension technologique se trouve donc, pour ce qui est du concept, au sein des situations, ce qui suppose que le sujet ait rencontré une situation. Une approche institutionnelle permet de modifier le point de vue.

Dans notre recherche, la « notion » rencontrée en situation est souvent constituée d'une organisation mathématique incomplète. Par exemple, dans la classe y_2, de nombreux éléments théoriques, qui auraient pu justifier les formules de calculs d'aires, sont absents. Même si Ophélie tente de les atteindre avec l'aide de sa mère, elle n'y parviendra pas. Lorsqu'il s'agit d'œuvres, de savoirs, l'accès à leurs raisons d'être et à ce qui les justifie, donc à la technologie, est rendu possible à partir de ce qu'en dit l'institution. Etre « un bon sujet » de l'institution, c'est certes faire ce qu'elle nous dit de faire, mais c'est aussi en partie « penser comme elle nous dit de penser » ; en tout cas penser ce que l'on fait à partir de la technologie qu'elle fournit, si tant est qu'elle nous la fournisse. C'est ce que recherchent généralement les « bons élèves », parce qu'ils sont bien assujettis à l'institution et à ses non-dits : raisons d'être et technologie pour les savoirs. Autrement dit, ils peuvent dire pourquoi ils font ainsi parce que l'institution, dans le meilleur des cas, le leur dit. Et quand elle ne le leur dit pas, comme c'est le cas des organisations mathématiques dont l'enseignement a été étudié dans cette thèse, ils recherchent raisons d'être et technologie. Cette quête se mène soit seul, soit grâce à des aides ou des médias, matériels ou humains, parce qu'ils ont été habitués, depuis leur famille ou leur milieu social, à justifier et rechercher le pourquoi de ce qu'eux ou les autres font, disent, pensent. C'est alors la dimension privée du rapport personnel aux savoirs, constituée à partir de divers types d'assujettissements – familiaux, sociaux, etc. –, et auxquels notre étude ne prétend pas avoir accès, qui se convertit pour opérer sur les dimensions technologico-théoriques des organisations praxéologiques.

Nous avons mis précédemment en exergue que ce facteur, constitutif des personnes à partir des assujettissements passés qui les ont construites, avait une influence déterminante sur les gestes de l'étude qu'accomplissent les élèves. Nous ne nous intéressons dans cette thèse, à travers l'histoire de la constitution du rapport personnel, qu'à la dimension propre au rapport des élèves à l'étude des mathématiques. Celui-ci se construit à partir d'une dialectique entre les curriculums que l'institution scolaire offre aux élèves qui la fréquentent et ceux qu'ils vivent personnellement en tant qu'élèves. Aussi avons-nous choisi de compléter notre approche en outillant notre cadre d'analyse par les notions de *curriculums institutionnellement offerts* (désigné par CIO) et de *curriculums personnellement vécus* (nommé CPV), définis par Y. Chevallard lors d'un cours récent donné pour la XX^{e} école d'été le 19 octobre 2019. Il commence par définir de manière générale l'expression « curriculum ».

> Le français d'aujourd'hui a adopté deux syntagmes pris au latin : le mot *curriculum* (la course, la carrière) et l'expression *curriculum vitae* (la carrière de la vie). Le mot *curriculum*, que le

> français des pédagogues a emprunté à l'anglais à date récente, a, dans la noosphère internationale, un sens quelque peu flottant, que suggère cet extrait de l'article « Curriculum » de Wikipedia, dont le pendant en français est sobrement intitulé… « Programme d'enseignement » (Chevallard, 2019b)

En TAD, un curriculum est formé de deux éléments, selon le jugement d'une instance $\widehat{w}$:

- Un parcours positionnel $\dot{p} = (p_0, p_1, \ldots, p_n)$
- Un parcours formatif $\tilde{p} = (\pi(p_0), \pi(p_1), ..., \pi(p_n))$, ou s'il n'y a pas d'ambiguïté $\tilde{p} = (\pi_0, \pi_1, ..., \pi_n)$ dans lequel les π_i désignent des équipements praxéologiques

Comme le précise Y.Chevallard,

> Au $\hat{w}$-parcours positionnel $\dot{p}$ correspond le *$\hat{w}$-parcours formatif* $p = (\pi_{\hat{w}}(p_0), \pi_{\hat{w}}(p_1), ..., \pi_{\hat{w}}(p_n))$. L'instance $\hat{w}$ regarde ainsi les positions p_i et leur équipement praxéologique $\pi_{\hat{w}}(p_i)$ comme des facteurs de formation des sujets $x \in$ de p_i, c'est-à-dire des facteurs d'une certaine modification de leur rapports $R(x, o)$ en ce qui concerne les objets o connus de p_i selon $\hat{w}$, i.e., tels que $\hat{w} \vdash R_I(p_i, o) \neq \emptyset$. (Ibid.)

Les auteurs des manuels scolaires $\widehat{w}$ ont pensé leurs ouvrages en tant que possible ressource pour l'étude. Par exemple, lorsque les auteurs $\widehat{w}$ proposent des exercices corrigés, de manière à ce que l'élève en situation autonome s'entraîne sur les aires de triangles, exercices suivis d'un questionnaire pour que l'élève auto-évalue son rapport à l'aire du parallélogramme, ils offrent un curriculum formé d'un parcours positionnel $\dot{p}$ et d'un parcours formatif $\tilde{p}$.

Dans cet exemple, on peut décrire $\dot{p}$ comme étant la succession des positions prises par l'élève en situation d'étude autonome. La première p_0, peut être est la position de celui qui s'entraîne pour acquérir une bonne maîtrise de la technique. Autrement dit, il s'agit du moment du travail de la technique. Mais de fait, cela peut être aussi parfois une première rencontre. A cette position, on peut associer une praxéologie, qui est peut-être incomplète mais attendue relativement au type de tâches « calculer l'aire d'un triangle ». La deuxième position p_1 serait celle de l'auto-évaluateur, associée à la praxéologie relevant du type de tâches « calculer l'aire d'un parallélogramme ». Le corrigé nous permet de connaître quels sont les rapports institutionnellement attendus à ces deux praxéologies du point de vue des auteurs du manuel ; soit donc du point de vue de $\widehat{w}$. Les rapports à ces praxéologies forment les équipements praxéologiques π_0 et π_1. On obtient ainsi le parcours positionnel $\dot{p} = (p_0, p_1,)$ et le parcours formatif $\tilde{p} = (\pi_0, \pi_1)$.

Dans la suite nous observons et analysons les curriculums institutionnellement offerts par les deux ouvrages, celui de y_1 et celui de y_2. Il prend racine dans l'ensemble des positions attendues par les auteurs du manuel. Pour chaque position p_i identifiée, les auteurs du manuel visent un équipement praxéologique $\pi(p_i)$ attendu, que le sujet en position d'élève est censé acquérir. L'équipement $\pi(p_i)$, dans le Curriculum Institutionnellement Offert (CIO) est un ensemble de praxéologies et de rapports attendus à ces praxéologies, visés par les auteurs. Notons qu'à ce Curriculum Institutionnellement Offert par le manuel de la classe s'ajoute un curriculum institutionnellement offert par le système didactique principal, c'est-à-dire celui pensé et créé par le professeur. Ces deux

curriculums peuvent être plus ou moins en accord, posséder des ressemblances ou des dissonances.

6.3.2 Curriculum institutionnellement offert dans la classe de y_1

Le contenu et l'organisation des manuels scolaires font partie des conditions et des contraintes à prendre en compte dans notre recherche. Nous avons fait le choix de nous limiter aux manuels des classes interrogées afin de pouvoir croiser cette analyse *a priori* avec les techniques d'étude développées par les élèves et celles encouragées par le professeur. Nous développons donc dans un premier temps les choix opérés par les auteurs et les éditeurs du manuel en ce qui concerne des organisations mathématiques et des organisations didactiques générales. Observer les conséquences de ces choix nous permet d'examiner la potentialité de ce manuel à agir comme une ressource lorsque l'élève se retrouve face à une difficulté. Dans quelle mesure le livre peut-il servir de point d'appui à l'élève qui révise un contrôle, c'est-à-dire constituer une œuvre entrant dans le milieu d'étude de l'élève ? Il s'agit d'interroger, à travers le CIO, l'instance qui prend en compte la succession des positions des élèves et les $\widehat{w}$-parcours formatifs proposés par le manuel. Dans notre analyse, la position $\widehat{w}$ est occupée par $\hat{r}$ le chercheur. Le parcours positionnel et formatif est envisagé, bien entendu, sous notre regard.

6.3.2.1 De manière générale

La classe de y_1 utilise le manuel Maths 6e, édité chez Hatier, collection dimension, édition 2016. Cet ouvrage, qui est la conséquence d'un choix fait par le collectif des professeurs de mathématiques de l'établissement, est organisé selon un découpage en trois domaines : Nombres et calcul ; Grandeurs et mesures ; Espace et géométrie.

Dans le domaine « Grandeurs et mesures », se trouvent cinq thèmes : les périmètres, les angles, les durées, les aires et volumes ainsi que les contenances. Sur les 12 chapitres du manuel, on trouve un chapitre sur les longueurs, périmètres et masses et un autre sur les aires et volumes. Les périmètres concernent les pages 123 à 139, et les aires les pages 158 à 179 ; ce chapitre est couplé avec celui sur les volumes (pour un équivalent d'environ 4 pages). Les aires et périmètres représentent environ 12,5 % du nombre de pages total (272) du manuel, ce qui représente une part importante du manuel réservée à ce thème.

Dans son organisation didactique générale, le livre se compose en premier lieu d'un questionnaire à choix multiple, d'une partie activités, d'une partie « cours », nommée « j'apprends », d'une partie « méthodes » constituée d'exemples corrigés et d'une partie exercices. Cette dernière est découpée en trois volets. Le premier est désigné par « J'applique » le suivant par « Je m'entraîne » et le dernier « J'utilise mes compétences ». Cette hiérarchie correspond à une progressivité dans la difficulté des exercices. Nous nous penchons dans la suite sur le CIO pensé par les auteurs du manuel de y_1. On analyse dans cet ouvrage le chapitre concernant les aires, qui commence à la page 158.

6.3.2.2 Le questionnaire de démarrage sur les aires

Le chapitre débute par un questionnaire à choix multiple intitulé « évaluation diagnostique ». Il place l'élève en position d'auto-évaluateur p_0. Trois questions portent sur les aires. Elles engagent trois types de tâches différents amenant à trois équipements praxéologiques π_0, $\pi_{0'}$, $\pi_{0''}$:

- π_0 : Calculer des aires à partir d'un quadrillage
- $\pi_{0'}$: Reconnaître la hauteur d'un triangle question 4
- $\pi_{0''}$ Convertir des unités de longueurs et d'aires

Plus précisément :

- Les questions 2 et 3 concernent π_0 composé de T_6 « Calculer des aires » ; la technique utilisée est un comptage d'unités d'aires τ_{61}, ici l'aire d'un carreau de quadrillage ; la question 3 faisant intervenir un comptage avec des demis-carreaux.
- La question 4 travaille $\pi_{0'}$ Reconnaitre la hauteur d'un triangle ; la technique attendue est le repérage d'une droite perpendiculaire à l'un des côtés du triangle ; la technologie est la définition de la hauteur d'un triangle.
- Les questions 1 et 5 ont pour objectif $\pi_{0''}$ Convertir des unités de longueurs et d'aires. On ne sait pas quelle technique est envisagée par les auteurs.

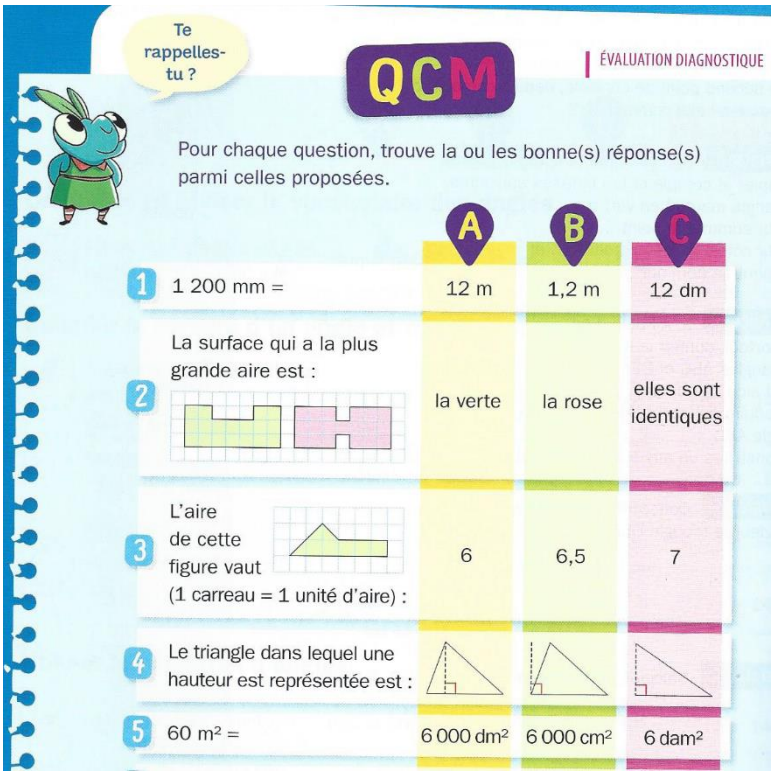


Figure 18. QCM du manuel de y_1 page 158

Ce test permet d'identifier des manques dans les praxéologies anciennement étudiées, mais censées être stabilisées. Le test, grâce au questionnaire, peut donc amener à une seconde position p_1 qui consiste à reprendre l'étude de techniques repérées comme erronées ou méconnues et portant sur les mêmes équipements praxéologiques. L'auteur du manuel envisage le passage à cette deuxième position par le renvoi à des exercices du manuel et à un autre ouvrage du même auteur, Dico-maths, afin de pallier les difficultés éventuellement rencontrées.

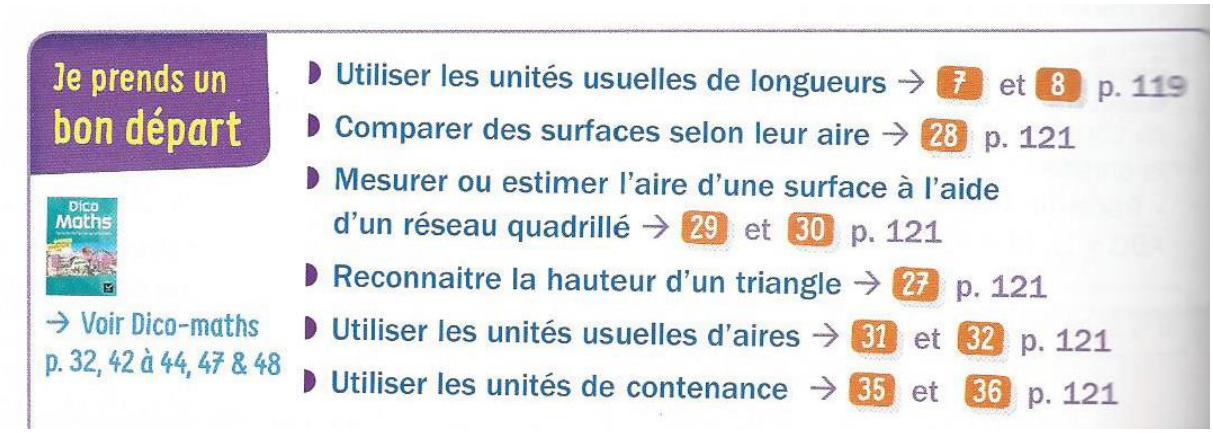


Figure 19. Bas de page, page 158

Par exemple pour la question 2, le manuel renvoie à l'exercice 28 page 121 ci-dessous.



Figure 20. Numéro 28 page 121

Cet exercice est lui- même une seconde tâche du même type que celle du questionnaire et renvoie à une référence au livre DICO- maths, notion 60 :

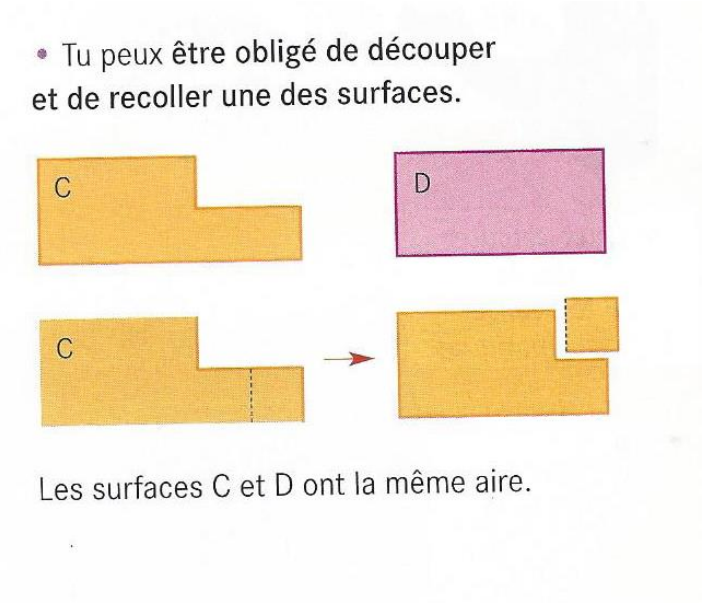


Figure 21. Dicomaths notion 60

Le livre DICO-maths propose, pour comparer deux aires, un rappel de la technique de découpage et recollement, conséquence de la propriété d'équidécomposabilité des figures, inscrite dans la modélisation des grandeurs sans mesure. On peut s'interroger sur l'aide procurée à l'élève bloqué par le QCM : dans l'exercice, il s'agit du même type de tâches « comparer des aires », mais faisant appel à la modélisation des mesures de grandeurs.

Dans l'étude statistique que nous avons menée, nous avions constaté que les ouvrages parascolaires achetés par les collégiens étaient très peu nombreux et qu'ils concernaient majoritairement le brevet. Au regard de cette étude on peut donc conclure que ce renvoi à un autre manuel a peu de chance d'être mobilisé : il s'agit en effet d'une contrainte forte, obligeant à utiliser en parallèle un deuxième livre.

6.3.2.3 Les activités

Deux activités jouent la fonction d'introduction aux formules d'aires. La première concerne celle du triangle et la deuxième celle du disque. Ci-dessous, la première de ces deux activités :

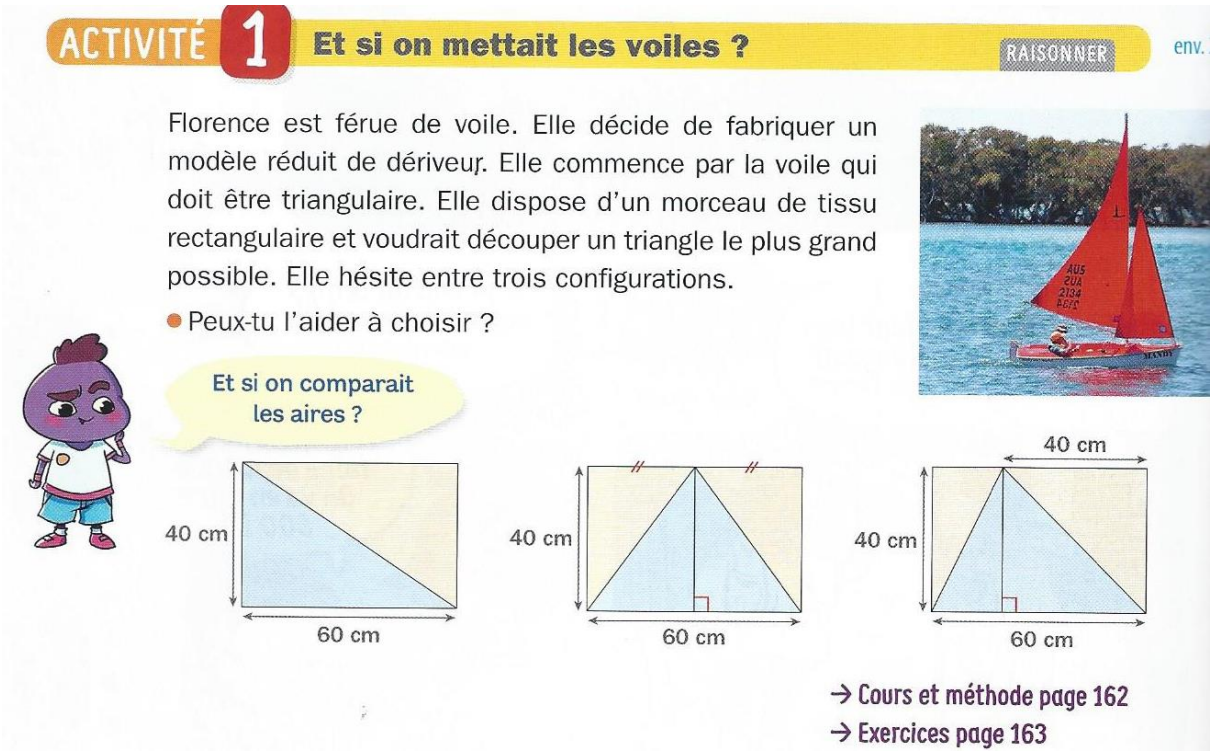


Figure 22. Activité 1 du manuel de y_1

La première activité consiste à comparer l'aire de trois triangles, deux triangles acutangles et un triangle rectangle, dont les bases et hauteurs ont des mesures identiques. Les élèves ne connaissent pas encore la formule du calcul pour l'aire du triangle.

Des rectangles étant dessinés, l'activité propose à l'élève d'occuper la position p_2 d'observateur. Les rectangles doivent devenir des médias pour l'élève qui est alors invité à percevoir que l'aire cherchée est la moitié de celle du rectangle. La position p_2 sollicite π_2 « comparer des aires », muni de la technique de découpage et recollement τ_{22} inscrite dans Θ_H. S'en suit une position p_3 d'analyste : il doit mettre en relation – une comparaison – les aires du rectangle et du triangle. Il est surprenant de constater que cette activité nécessite la modélisation des grandeurs sans mesure Θ_H, qui n'est ni travaillée, ni interrogée, dans le QCM introductif à l'étude du thème.

L'équipement praxéologique π_3 visé n'est autre que celui concernant le type de tâches : « calculer l'aire d'un triangle » T_{6T}, muni de la technique τ_{63}, application de la formule, au sein de Θ_L Autrement dit, il s'agit de calculer l'aire du rectangle puis de diviser par 2. De par la position p_1 d'observateur, l'activité repose sur des éléments issus de Θ_H sans avoir été enseignés : ils sont considérés comme allant de soi. L'activité 2 qui concerne l'aire du disque est composée de sept questions enchainées.

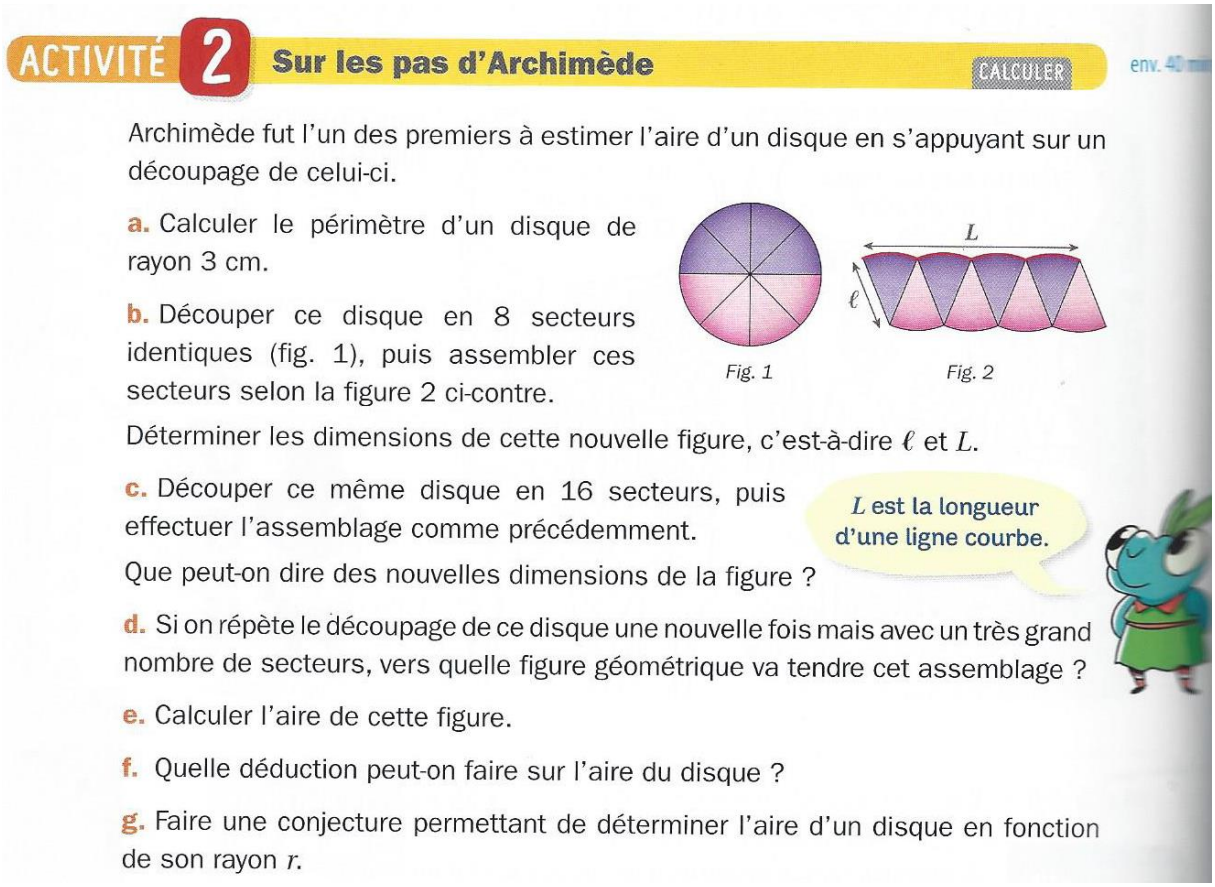


Figure 23. Activité 2 du manuel de y_1

L'activité 2 ci-dessus vise l'équipement praxéologique π_4, à savoir T_{6D} « calculer l'aire d'un disque », muni de τ_{63} qui consiste à appliquer la formule, et de la technologie "$\pi \times R \times R$" où R est le rayon du disque et qui relève de Θ_L.

La première question de l'activité demande à l'élève de calculer le périmètre d'un disque de rayon 3 cm, cherchant à travailler π_5 « calculer le périmètre d'un cercle ». Dans cette activité, le parcours positionnel débute par p_5, position de calculateur. La question b place l'élève dans une position de manipulations p_4. En effet, il trace, découpe des figures puis les assemble selon le modèle de la figure 2. La sous-question suivante « déterminer les dimensions de cette nouvelle figure, c'est-à-dire l et L » place l'élève en position p_2 d'observateur, observant que l est en fait le rayon et L le demi-périmètre du disque précédemment calculé. Les questions c et d sont semblables à la question b. La seule différence résulte dans le nombre de secteurs en lesquels le disque est partagé.

Dans la question d, l'activité demande vers quelle figure géométrique va tendre cet assemblage, mettant l'élève de nouveau dans une position d'observateur p_2. L'élève doit voir apparaître et reconnaître une figure censée être bien connue. On peut se poser la question de la figure à « voir ». L'élève doit-il apercevoir un parallélogramme ou un rectangle ? Etant donné le découpage, il s'agit bien d'un parallélogramme. Cependant, les élèves de sixième ne connaissant pas l'aire du parallélogramme, on peut donc supposer que les auteurs attendent que l'on « voie » un rectangle. On perçoit ici les limites de ces

activités très ostensives ; l'ostension étant renforcée par le fait que l'on travaille en géométrie sur des figures dont on attend qu'elles « montrent ». La question e demandant de calculer l'aire du rectangle, $\pi_{5'}$ pose de nouveau l'élève, à l'instar de la question a, dans une position de calculateur p_5. Les questions f et g attendent que l'on déduise des observations précédentes la formule de l'aire d'un disque. L'élève est alors en position p_3, analyste.

Le parcours positionnel[50] de cette activité est donc $\dot{p} = (p_5, p_4, p_2, p_3)$. Le parcours formatif [51]est $\tilde{p}= (\pi_5(p_5), \pi_4(p_4) , \pi_4(p_2)\ \pi_4(p_3))$.

L'élève doit découper, assembler des pièces, puis de nouveau redécouper et assembler pour enfin conclure à l'aire du disque, le positionnant dans le rôle de celui qui manipule, qui observe puis analyse. L'activité n'est pas motivée par des questions ; autrement dit ne porte pas de raisons d'être. Comme pour l'activité sur l'aire des triangles, on se situe dans une activité qui fait appel à une ostension déguisée. L'activité 2 pose des questions très fermées, guidant pas à pas l'élève. Il est globalement placé dans une succession de positions de manipulations p_4, et de calculs p_5.

Il est sans doute difficile pour celui qui étudie en autonomie, un élève de 6e ou de 5e, d'identifier à la fois l'élément technologique dont l'activité souhaite l'établissement d'une conjecture, celle portant sur la formule du calcul de l'aire d'un disque à partir de son rayon, mais aussi la technique pour calculer l'aire d'un disque. Cette technique est attendue comme réponse à la question g. On peut supposer que les activités de ce manuel sont écrites en direction des professeurs, comme support de séances de classe ; professeurs qui devront souffler les réponses pour aboutir à l'enseignement escompté.

On peut relier notre analyse de cette activité à celles du groupe CIRCEFT-ESCOL, de E. Bautier et S. Bonnery qui étudient les manuels scolaires de l'école élémentaire et du collège en tant que supports. Dans leur étude, ils estiment « l'évolution des manuels depuis 1945 dans le sens d'une grande élévation intellectuelle et culturelle qu'ils requièrent pour être compris dans la perspective des savoirs à acquérir » (Bautier, Bonnery, 2015). Ils déplorent la nature des questions des manuels dont les élèves ne peuvent s'emparer en autonomie, et qui renforcent de ce fait les inégalités sociales :

> Nos observations dans les classes montrent que ces cadrages flous encouragent chaque élève à mobiliser les raisonnements et les savoirs qui lui semblent les plus évidents, selon les socialisations familiales, ce qui participe aux inégalités. (Bautier, Bonnéry,2015, p 205)

Notons le même phénomène dans le chapitre concernant les périmètres : on y trouve une activité qui concerne des reports de longueurs et une autre sur le périmètre du cercle obtenu grâce à un logiciel de géométrie dynamique. Cette activité fait l'objet de plusieurs questions enchaînées, très guidées, de la même manière que l'activité présentée précédemment sur l'aire du disque.

[50] p_2 : observateur. p_4 : celui qui manipule. p_5 : calculateur
[51] π_5 : calculer le périmètre d'un disque. π_4 : Calculer l'aire d'un disque $\pi_{5'}$: Calculer l'aire d'un rectangle

6.3.2.4 Le cours

On poursuit par l'analyse de la partie cours ci-dessous de la page 162. L'élève est placé en position de lecteur p_6, recevant des informations. Quelle est la nature de ces informations en termes de praxéologies ?

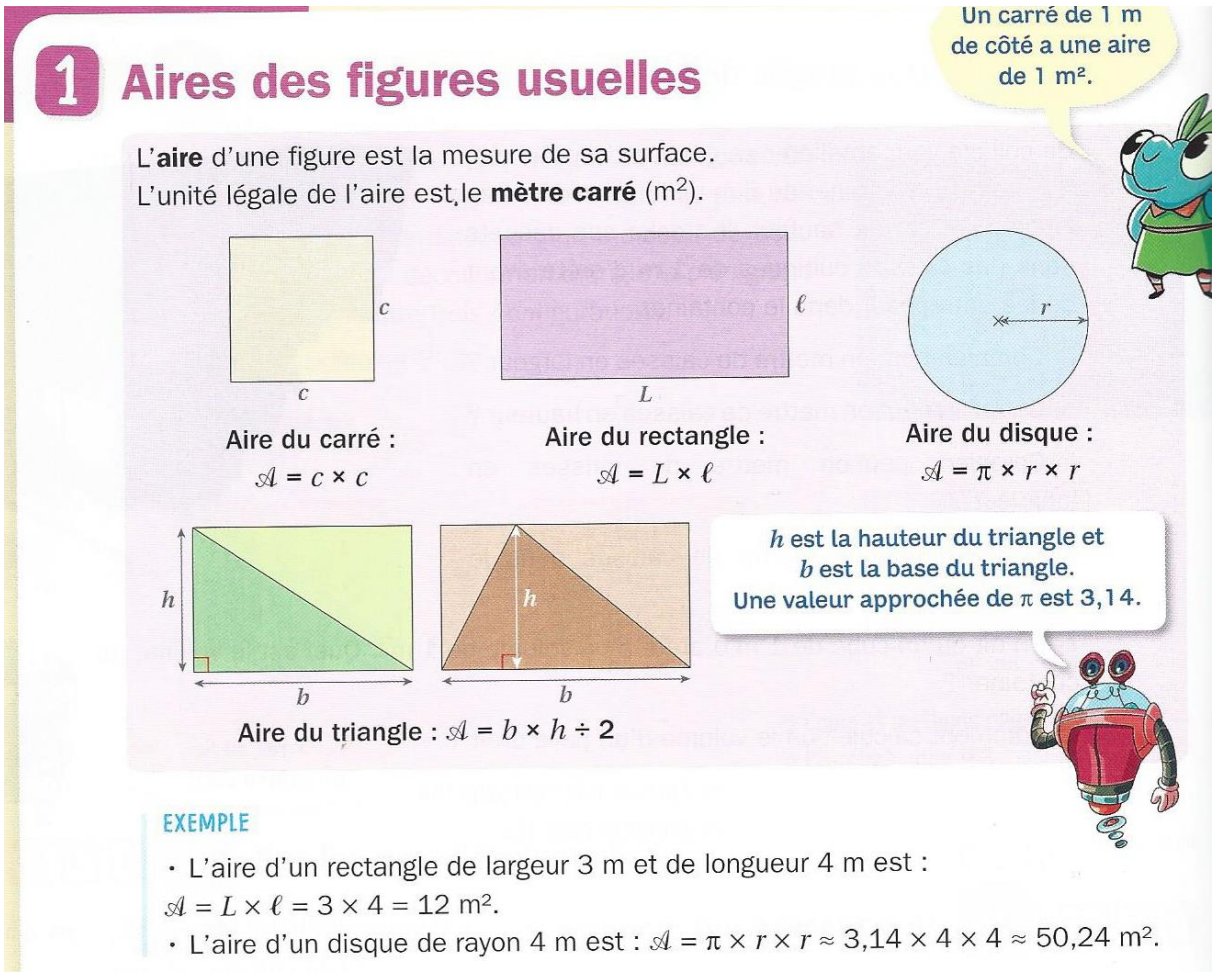


Figure 24. Partie cours page 162

Le cours occupe une demi-page contenant essentiellement des éléments technologiques. On y trouve l'unité d'aire légale, le mètre carré, et les formules d'aires usuelles : celles du carré, du rectangle, du triangle rectangle, du triangle et du disque.

Pour l'aire des triangles, des rectangles sont tracés d'une autre couleur, afin de faire voir la justification de la formule. Cette justification n'est que suggérée par la figure, sans être explicitée. Notons que cette justification ne s'applique pas à tous les triangles, notamment à ceux dont la hauteur est extérieure au triangle. Dans un second point, deux exemples corrigés sont indiqués l'un concernant l'aire d'un rectangle et l'autre l'aire d'un disque. Le manuel utilise des nombres abstraits à l'intérieur des calculs et donne le résultat sous la forme d'un nombre concret, menant ainsi à l'écriture courante d'égalités fausses. L'équipement praxéologique attendu est donc formé de :

- $\pi_{6C}(p_6)$, relativement à T_{6C} « calculer l'aire d'un carré »
- $\pi_{6R}(p_6)$, relativement à T_{6R} « calculer l'aire d'un rectangle »
- $\pi_{6D}(p_6)$, relativement à T_{6D} « calculer l'aire d'un disque »
- $\pi_{6T}(p_6)$, relativement à T_{6T} « calculer l'aire d'un triangle ».

Dans chaque cas, la technique est τ_{63}(application de la formule), la technologie est la formule de calcul et la théorie, la modélisation des mesures de grandeurs.

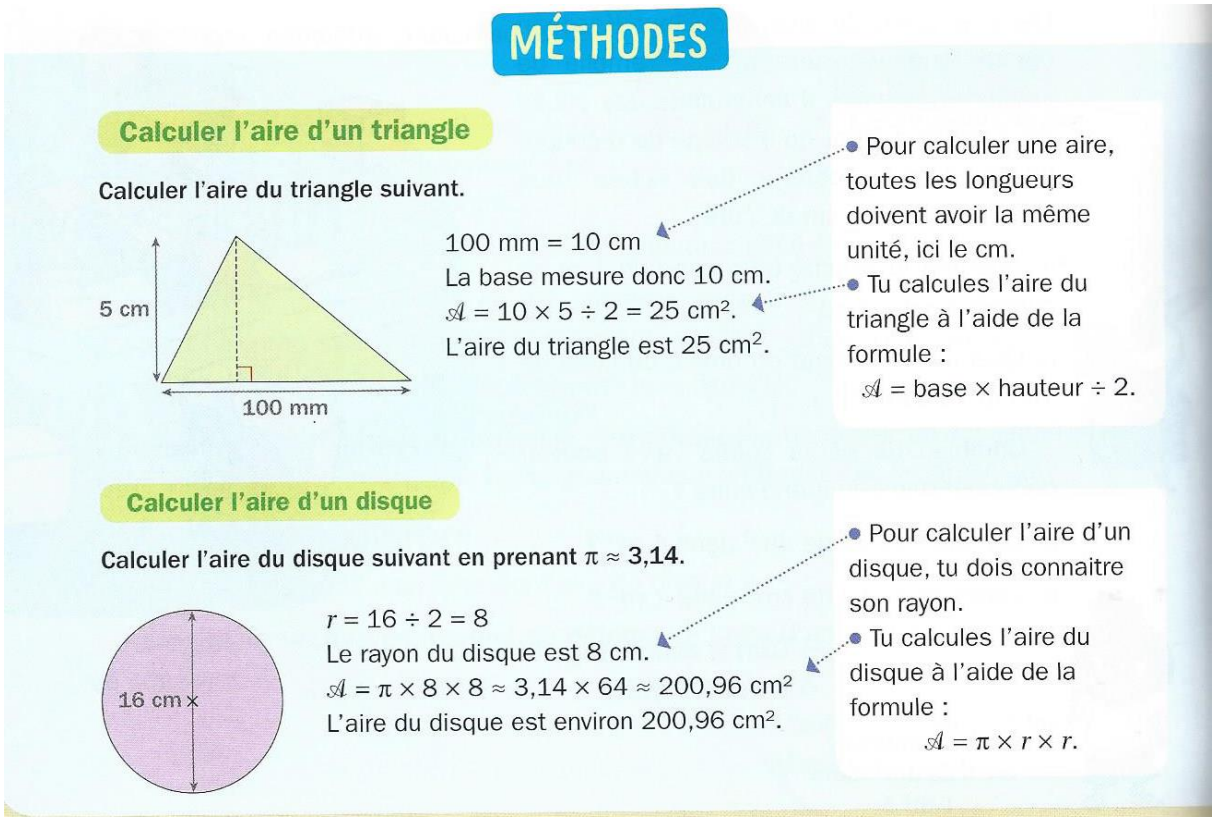


Figure 25. Partie Méthodes page 162

La deuxième demi-page est intitulée « méthodes ». Elle contient deux exemples corrigés : l'un sur l'aire d'un triangle et l'autre sur l'aire d'un disque. Des flèches amènent des commentaires. On peut penser qu'en plus de l'occupation de la position de lecteur p_6, la partie « méthodes » a aussi comme fonction l'évaluation des praxéologies construites, plaçant l'élève en position p_0 d'auto-évaluateur. Si on observe plus précisément la partie suivante, extraite de la partie « méthodes » du manuel, on s'aperçoit que la flèche met en lien la formule, la technologie et la technique sous la forme d'un exemple corrigé.

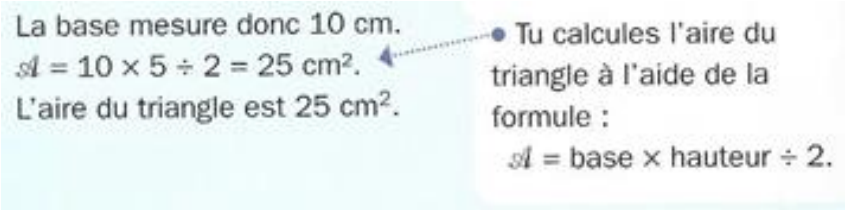


Figure 26. Extrait de la partie méthodes page 162

On peut donc constater qu'en ce point le manuel sollicite une position supplémentaire p_7 au-delà de celle de lecteur, qui serait occupée par celui qui relie la technologie à un exemple ; l'équipement praxéologique attendu depuis p_7 étant $\pi_{6T}(p_7)$. Cette page de leçon place l'élève dans les positions p_6, p_7 puis p_0, pour les praxéologies relatives aux calculs des aires d'un triangle et d'un disque. Le parcours formatif de la leçon, peut se laisser décrire ainsi : $\pi_{6D}(p_6)$, $\pi_{6T}(p_6)$, $\pi_{6D}(p_7)$ et $\pi_{6T}(p_7)$ mais aussi $\pi_{6D}(p_0)$ et $\pi_{6T}(p_0)$.

La leçon sur les périmètres porte sur le calcul du périmètre d'un polygone quelconque dont on connaît les longueurs de tous les côtés et sur le calcul du périmètre d'un rectangle à partir de la formule $P = (L + l) \times 2$. Les exercices sont classés. Le classement fait appel à la même organisation que la partie les « méthodes » ; ce qui peut permettre à l'élève de se repérer. La page 128 contient un paragraphe sur le périmètre du cercle, donné à partir de son rayon et de son diamètre. Un exemple d'application suit, avec un rayon égal à 3 cm. Une demi-page est consacrée au calcul du périmètre d'une figure dont le contour est composé de cercles et de segments. On retrouve le recours à plusieurs flèches qui affichent des commentaires indiquant les étapes de la technique à employer.

6.3.2.5 Les exercices corrigés

Les exercices corrigés placent les élèves en position p_8 de travailleurs de la technique. Il est possible qu'ils se placent aussi dans la position p_0 d'auto-évaluateur des techniques et technologies mises en œuvre. Faire des exercices permet de se confronter aux techniques mais aussi à la robustesse des technologies. Douze exercices sont corrigés, dont le détail fait suite.

- $\pi_{6C}(p_8)$ et $\pi_{6R}(p_8)$: On trouve un exercice de calculs d'aires de deux carrés et deux rectangles à partir de figures codées. Dans la correction, les unités sont placées en fin de calculs et non pas en cours de calcul pour chaque mesure d'aire. Un exercice de calculs d'aires d'un carré et d'un rectangle est donné à partir de phrases. Un exercice consiste à retrouver le côté d'un carré à partir de son aire, et la largeur d'un rectangle à partir de son aire et se sa longueur.
- $\pi_{6T}(p_8)$: Un exercice comporte quatre calculs d'aires de triangles ; deux sont rectangles et deux sont acutangles. Un exercice de calculs d'aires de triangles est donné à partir de phrases.
- $\pi_{6D}(p_8)$: On trouve aussi un exercice de calculs d'aires de deux disques
- $\pi_{T9}(p_8)$: Quatre exercices appartiennent au type de tâches T_9. Il s'agit de calculer des aires de surfaces à décomposer en sous-figures usuelles : 4 spécimens sont composés de plusieurs rectangles ; un spécimen est composé d'un rectangle et d'un triangle ; un spécimen est composé de quatre triangles rectangles ; un spécimen relève de l'aire de disque et de rectangle et un autre de l'aire de disque et de triangle

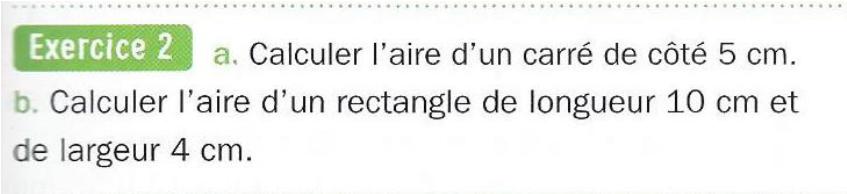
Notons qu'un exercice de calcul d'aire de rectangle est suivi d'une question engageant un calcul de quatrième proportionnelle. On en trouve de même sur les périmètres dont huit exercices sont corrigés à la fin du livre : un sur les conversions de longueur ; un sur le

périmètre d'un polygone quelconque ; deux sur les périmètres du carré et du rectangle utilisant les formules de calculs ; trois sur les cercles ; un exercice demande de calculer une dimension à partir du périmètre.

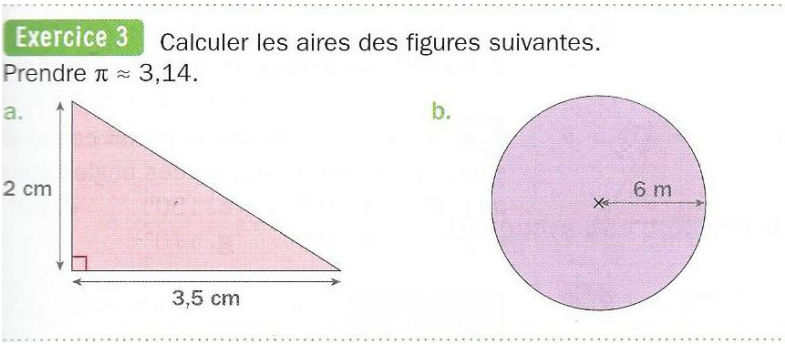
6.3.2.6 Le contrôle corrigé

Les contrôles dont la correction détaillée figure en fin de manuel invite l'élève à occuper les positions de travailleur de la technique p_8 et, de manière évidente, d'auto-évaluateur p_0 des techniques et technologies mises en œuvre. On y trouve beaucoup de similitudes avec les exercices corrigés. Le contrôle associé au thème des grandeurs ne porte pas que sur les aires mais lui associe les volumes. Ces deux notions sont couplées dans le manuel. Aussi en a-t-on extrait les seuls exercices qui nous intéressaient.

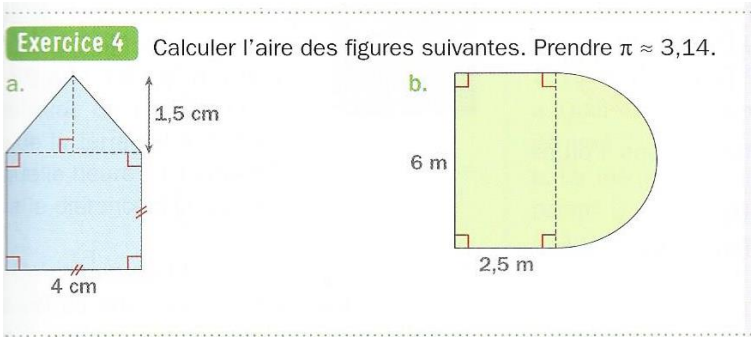
- $\pi_{6C}(p_8)$ et $\pi_{6R}(p_8)$: L'exercice 2 contient une question portant sut T_{6C}, aire du carré, et une autre sur T_{6R}, aire du rectangle.



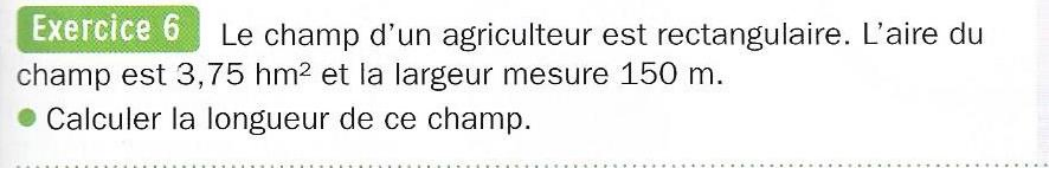
- $\pi_{6T}(p_8)$: L'exercice 3 comporte un calcul d'aire de triangle rectangle.
- $\pi_{6D}(p_8)$: On trouve aussi un exercice de calculs d'aire de disque à partir de son rayon.



- $\pi_{T9}(p_8)$: Deux exercices appartiennent au type de tâches T_9. Il s'agit de calculer des aires de surfaces à décomposer en sous-figures usuelles : un rectangle et un triangle acutangle ; un rectangle et un demi-disque.



Le dernier exercice demande le calcul de la longueur d'un rectangle, un champ, à partir de son aire et de sa largeur.


Exercice 6 Le champ d'un agriculteur est rectangulaire. L'aire du champ est 3,75 hm² et la largeur mesure 150 m.
● Calculer la longueur de ce champ.

En conclusion, dans le contrôle sur les aires du manuel, on trouve tous les types de tâches demandant des calculs d'aires de figures usuelles (carré, rectangle, triangle rectangle, disque à partir du rayon). Deux exercices plus difficiles concernent une figure à décomposer en sous-figures usuelles. En revanche, le type de tâches « convertir des unités d'aires » est absent.

Dans le contrôle sur les périmètres on trouve :

- un exercice de conversions de longueurs
- un exercice de calcul de périmètre de rectangle, et de deux disques définis l'un par le rayon puis l'autre par le diamètre
- un exercice consistant en des reports de longueurs avec le compas, pour comparer le périmètre de deux polygones quelconques. Cet exercice apparaît en décalage avec ce qui est exposé dans le manuel. En effet, l'ouvrage ne mentionne cette technique à aucun moment, notamment dans les activités qui proposent des mises en situations dont les mesures de longueurs sont données.
- un exercice demandant la longueur d'un rectangle à partir de son périmètre et de sa largeur
- un exercice de calcul de périmètres avec des figures complexes

A la fin du chapitre, un exemple de contrôle est donné avec contenant l'intégralité des corrections. Le périmètre des rectangles est corrigé à partir de la formule $P = (L + l) \times 2$.

6.3.2.7 Bilan sur le curriculum institutionnellement offert sur les aires par le manuel de y_1

On synthétise ci-dessous le parcours positionnel et le parcours formatif qui peut être institutionnellement offert à l'élève en situation d'étude autonome, à l'issue d'une analyse des différentes parties du manuel.

Partie du manuel	***Position***	***Equipement praxéologique***
QCM de début de chapitre page 158	*Auto-évaluateur p_0 ; Celui qui reprend l'étude p_1*	π_0 Comparer des aires. La technique visée est un comptage d'unités d'aires. π_0,Reconnaitre la hauteur d'un triangle π_0,, Convertir des unités d'aires

Activités page 160	*Observateur* p_2 *Analyste* p_3 *; Celui qui manipule* p_4 *; Celui qui calcule* p_5	π_{6T} Calculer l'aire d'un triangle π_{6D} Calculer l'aire d'un disque
Cours page 162	*Lecteur* p_6 *; Auto-évaluateur* p_0 *; Celui qui relie une technologie à un exemple* p_7	π_{6T} Calculer l'aire d'un triangle π_{6D} Calculer l'aire d'un disque
Exercices corrigés	*Travailleur de la technique* p_8 *Auto-évaluateur* p_0	π_{6T} Calculer l'aire d'un triangle π_{6D} Calculer l'aire d'un disque π_{6C} et π_{6R}Calculer l'aire d'un rectangle, d'un carré π_{T9} Calculer l'aire d'une surface en la décomposant en sous-figures usuelles
Contrôle corrigé	*Travailleur de la technique* p_8 *Auto-évaluateur* p_0	π_{6T} Calculer l'aire d'un triangle π_{6D} Calculer l'aire d'un disque π_{6C} et π_{6R}Calculer l'aire d'un rectangle, d'un carré π_{T9} Calculer l'aire d'une surface en la décomposant en sous-figures usuelles

Le questionnaire de début de chapitre ne permet pas à l'élève une reprise de l'étude de techniques anciennement étudiées. Les renvois font appel à des ouvrages extérieurs ou à des exercices non corrigés. Il apparaît aussi que les activités sont difficiles à prendre en main de manière autonome par un élève, nécessitant qu'il occupe une succession de positions : observateur, celui qui manipule et celui qui analyse. Cependant, le manuel utilisé dans la classe de y_1 offre un curriculum riche en termes de potentialité d'étude autonome dans les parties exercices, cours et contrôles. Retenons, pour les parties de ce manuel offertes pour être appelées à agir comme des médias :

- Le cours illustré à partir d'exercices offre la position p_7 occupée par celui qui relie une technologie à un exemple
- Les exercices et le contrôle offrent la position p_0 d'auto-évaluateur,
- Les exercices corrigés sont nombreux et la correction est détaillée
- La partie « contrôle » fait état des différents types de tâches du chapitre dont la correction est, elle aussi, détaillée.

Le manuel contient suffisamment d'exercices corrigés, en nombre et dans la variété des types de tâches. Son organisation mathématique trouve place dans le cadre plus vaste de la théorie de la mesure des grandeurs. Les différents périmètres sont abordés à partir des formules qui les donnent, sans justification. Des ingrédients provenant de la modélisation des aires sans mesure sont cependant nécessaires, tant dans des situations que des

activités ou des exercices faisant intervenir T_9, mobilisant des figures à décomposer. Les éléments théoriques auxquels recourt le manuel sont grandement implicites. Lors de l'observation effectuée dans la classe de y_1 la première année, y_1 ne suit pas l'ordre ou les propositions du manuel, mais celui-ci guide sa progression dans l'enseignement des périmètres.

6.3.3 Curriculum personnellement vécu dans la classe de y_1

Poursuivons par les conclusions relatives à l'usage de possibles médias dans la classe de y_1 lors du travail personnel consistant à réviser un contrôle de mathématiques. Le curriculum institutionnellement offert influe, bien évidemment, sur le curriculum personnellement vécu, qui associe parcours positionnel et parcours formatif. Il est formé d'une succession de positions occupées par l'élève $\hat{\imath}$, et d'une suite de parcours formatifs.

Ces derniers sont indexés sur les équipements praxéologiques $\pi(p_i)$, issus des rapports établis depuis la position p_i occupée par l'élève $\hat{\imath}$. Ces équipements praxéologiques se construisent grâce au milieu de la classe mais aussi à partir du milieu d'étude que se donnent eux-mêmes les élèves. L'analyse des positions consécutives prises par l'élève, impliquant des successions d'équipements praxéologiques liés à cette position, nous apparaît importante. En effet, précédemment nous avons mis au jour le fait que les élèves faibles ne s'autorisent pas à réaliser certains gestes. Souvenons-nous de Coline qui ne s'engage pas dans la réalisation de fiche-résumé car elle ne s'en donne pas le droit depuis sa position d'élève. Selon Lieury[52], le fait de réécrire la leçon permet de solliciter plusieurs registres d'encodages, ce qui facilite le rappel en mémoire. Cependant cette technique d'étude ne permet pas de pratiquer la technique pour soi-même. Au-delà de l'efficacité du geste qui consiste à faire une fiche-résumé, c'est la notion d'interdit imposé par Coline elle-même qui nous interpelle. D'autre part, certains bons élèves s'autorisent à prendre la position de professeur. Ainsi les positions occupées par l'élève et qu'il ose s'attribuer en situation d'étude autonome, est cruciale pour parvenir à déterminer les gestes du travail personnel. Qu'en est-il dans la classe de y_1 ?

Dans ce qui suit, nous avons choisi de développer certains des fragments du curriculum personnellement vécu, du moins de ce que nous avons pu extraire du dispositif d'observation que nous avons mis en place, de deux élèves de y_1 qui nous semblent relever de profils prototypiques. Il s'agit de Sarah, bonne élève, et de Coline, élève faible.

6.3.3.1 Le curriculum personnellement vécu de Sarah, bonne élève

On observe chez Sarah une position que nous n'avions pas observée à partir de l'analyse du manuel. Pour réviser, Sarah va résoudre des exercices inventés par son frère. Elle occupe la position p_9 qu'on pourrait qualifier de celle d'un élève qui crée et invente

[52] A. Lieury, professeur en psychologie cognitive, a travaillé sur la mémoire.

une nouvelle rencontre avec un type de tâches : dans ce cas, et par l'intermédiaire de son frère, les types de tâches T_6 et T_8. Dans la position p_9, Sarah réalise la suite de gestes Δ :

- Elle choisit les exercices à réviser et les indique à son frère.
- Son frère invente des tâches appartenant au même type de tâches que celles choisies par Sarah.
- Elle résout les exercices.

Dans cette position, Sarah cherche à travailler l'OM « répétition » relatives au calcul d'aires et de périmètres du carré T_{6C}, T_{5C}, du rectangleT_{6R}, T_{5R}, du triangle rectangle T_{6T} T_{5T} et du disque T_{6D} et T_{5D}, munies de la technique d'application de la formule τ_{63}. Les formules de l'aire et du périmètre pour chacune des figures constituent les éléments technologiques. On note $\pi_{répétition}(p_9)$ l'équipement praxéologique visé depuis la position p_9. On peut aussi penser que Sarah occupe la position p_8, qui consiste à travailler la technique à partir des exercices, et aussi la position p_0 d'auto-évaluateur de la technique.

Son frère corrige ses réponses mais, selon ses déclarations, elle-aussi vérifie. Elle contrôle ses résultats grâce à son porte-vues, c'est-à-dire grâce au tableau des formules. Lorsqu'on se penche sur le rapport de Sarah à la leçon, on peut repérer une nouvelle position p_{10} qu'elle vient occuper : celle du contrôle par elle-même de ses réponses par mobilisation *du logos*.

En conclusion, le parcours positionnel[53] de Sarah est composé de $\dot{p}_{Sarah}$ = (p_9, p_0, p_8, p_{10}). Son parcours formatif est : ($\pi_{répétition}(p_9)$, $\pi_{répétition}(p_0)$,$\pi_{répétition}(p_8)$, $\pi_{répétition}(p_{10})$).

6.3.3.2 Le curriculum personnellement vécu par Coline, élève faible

On trouve chez Coline un usage conséquent de ressources extérieures : un ouvrage parascolaire et la consultation de l'Internet. Coline utilise régulièrement le site Internet, « mathématiques faciles », pour réviser sur la tablette de sa « tata ». Elle a développé une technique d'accessibilité à ce site. Elle tape toujours dans le moteur de recherche : *« exercice_nom du chapitre_niveau de classe*. »

Dans le cas du thème qui nous intéresse, elle tape sur l'ordinateur « *exercice périmètre et aire 6ème ».* Coline se place dans la position *p9,* position d'élève qui se crée une nouvelle occasion de rencontre avec les types de tâches T_{5C}, T_{6C} ; T_{5R}, T_{6R} ; T_{5T}. L'organisation mathématique travaillée est celle l'OM « répétition » formée des formules d'aires en tant que technologies, qui sont elles-mêmes dépourvues de justifications théoriques mathématiques.

[53] (p_9, p_0, p_8, p_{10}) = (celui qui se crée une nouvelle rencontre avec un type de tâches, auto-évaluateur de la technique, travailleur de la technique, celui qui contrôle par le *logos*)



Figure 27. Recherche de Coline

Coline choisit ensuite, parmi les propositions du site *mathématiques faciles*[54], les tests dont elle sélectionne le niveau de classe.

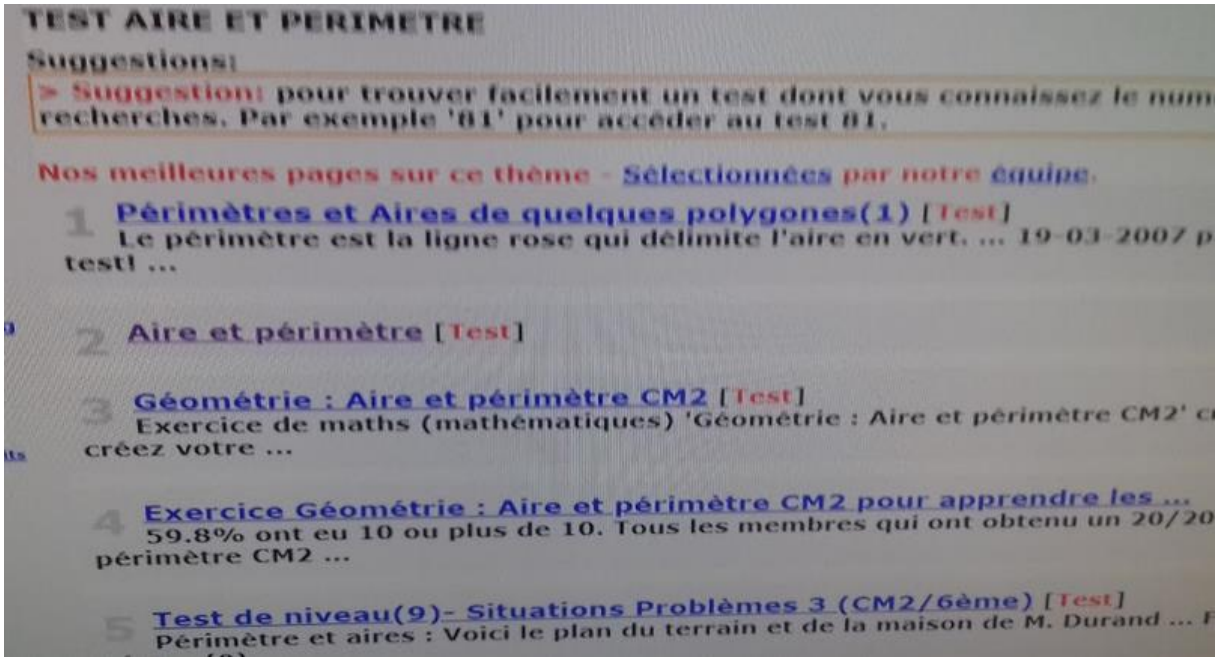


Figure 28. Suite des recherches de Coline

A travers cet usage d'Internet, l'objectif qu'elle poursuit est donc celui de se tester, d'évaluer son rapport aux types de tâches qu'elle a étudiés. Elle occupe alors la position d'auto-évaluateur p_0 de la technique. Pour Coline, l'Internet a pour fonction l'évaluation de son rapport personnel à l'objet à étudier lors de sa confrontation à de nouveaux exercices, en dehors de la classe. L'ordinateur, qui devient alors l'objet de l'instance évaluatrice, voire l'instance évaluatrice elle-même, la renvoie à ses erreurs et à la nécessité de prendre connaissance de la correction. Cependant, lorsque la réponse est fausse, elle est barrée par l'ordinateur et la correction est indiquée à côté. Pour une absence de réponse, le site fournit la réponse exacte. Aucun élément ne permet de comprendre comment aboutir au résultat convenable. Le résultat est donné de manière

[54] Le site est accessible à l'adresse https://www.mathematiquesfaciles.com/cours_maths/test-aire-et-perimetre

a*brupte.* Coline n'a pas eu accès au niveau technologique qui lui permettrait de comprendre ses erreurs. Par exemple, pour les réponses en rouge, données par l'utilisateur, l'ordinateur renvoie en bleu la correction ; sans plus.

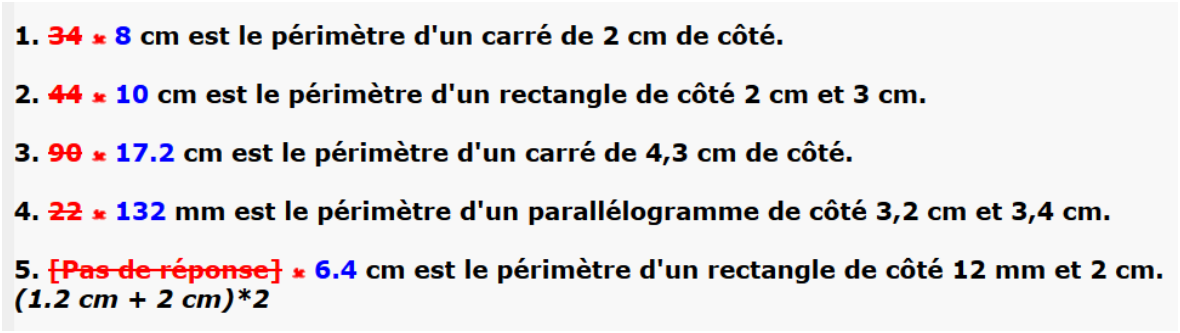


Figure 29. Correction renvoyée par l'ordinateur

L'Internet, au même titre que le manuel, occupe la fonction de média, non pas dans la recherche de $R^{\Diamond}$ mais plutôt dans sa capacité à jouer le rôle d'instance évaluatrice. Coline réalise ensuite les exercices interactifs proposés par le site en ligne sur les aires et périmètres, occupant la position p_8 qui est celle de travailleur de la technique. On peut souligner que Coline emprunte toujours la même démarche pour accéder au site. Son travail personnel nous conduit à un parcours positionnel $\dot{p}_{Coline} = (p_9, p_0, p_8)$ au sein duquel sont travaillés des éléments d'équipements praxéologiques ($\pi_{répétition}(p_9)$, $\pi_{répétition}(p_0)$,$\pi_{répétition}(p_8)$).

6.3.3.3 Conclusions sur les CPV de Sarah et Coline

Si on compare les curriculums de Sarah, bonne élève en mathématiques, et Coline d'un niveau faible, on constate différences au niveau du parcours positionnel et au niveau du noyau cognitif.

	Sarah, d'un bon niveau	**Coline, élève faible**
Parcours[55] positionnel	de $\dot{p}_{Sarah} = (p_9, p_0, p_8, p_{10})$.	$\dot{p}_{Coline} = (p_9, p_0, p_8)$
Parcours formatif	$(\pi_{répétition}(p_9),\pi_{répétition}(p_0),\pi_{répétition}(p_8), \pi_{répétition}(p_{10}))$	$(\pi_{répétition}(p_9), \pi_{répétition}(p_0),\pi_{répétition}(p_8), \pi_{répétition}(p_{10}))$ OM répétition sans technologie.
Noyau Cognitif	L'instance évaluatrice est son frère mais aussi elle-même. Sarah prend aussi la position de professeur dans le noyau cognitif.	L'instance évaluatrice est l'ordinateur.

[55] (p_9, p_0, p_8, p_{10}) = (celui qui se crée une nouvelle rencontre avec un type de tâches, auto-évaluateur de la technique, travailleur de la technique, celui qui contrôle par le *logos*)

Dans le noyau cognitif de Coline, l'instance évaluatrice est extérieure : il s'agit de l'ordinateur. Coline cherche à s'évaluer, mais ne cherche pas à prendre part à cette évaluation, ce qui la différencie de Sarah, qui est sa propre instance évaluatrice. Sarah occupe une position de plus par rapport à Coline : elle contrôle la technique par le bloc technologico-théorique, position p_{10}. De plus, dans l'occupation de la position p_9, qui consiste à organiser pour soi-même une nouvelle rencontre avec certains types de tâches, ainsi que dans l'occupation de la position p_8, de travailleur de la technique, on constate une différence importante entre Coline et Sarah. En effet, Coline effectue, contrairement à Sarah, un travail de la technique sans la technologie, donc un travail duquel des éléments de l'OM sont absents. Ces technologies étant inexistantes sur le site Internet utilisé par Coline, elle ne peut donc pas les atteindre par ce moyen.

6.3.4 Curriculum institutionnellement offert dans la classe de y_2

L'usage du manuel est plus important dans la classe de y_2. Aussi est-il intéressant d'étudier les particularités qui peuvent apparaître en termes d'étude du manuel choisi par ce collège. Possède-t-il des spécificités qui permettraient d'expliquer un usage plus fort qu'ailleurs ? Quels sont les points forts de la constitution et de l'organisation du manuel qui permettent de faciliter l'étude des élèves en autonomie didactique ? Quels en sont les points faibles qui pourraient freiner voire gêner l'étude ? Le manuel est analysé, comme précédemment, dans sa capacité à offrir une étude autonome, à travers la mise en exergue du CIO.

6.3.4.1 De manière générale

Le manuel de la classe de y_2 est, comme pour la classe de y_1, ces deux établissements étant distincts, un manuel choisi par les professeurs du collège. Il s'agit du « Delta Maths cycle 4, cinquième, programme 2016, édition Magnard ». Commençons par étudier la structuration du manuel à partir de son sommaire. Il est découpé en cinq domaines, repris du programme 2016 :

- Nombres et calculs
- Organisation et gestion de données
- Grandeurs et mesures
- Espace et géométrie
- Algorithmique et programmation.

Chaque domaine de cet ouvrage se décompose en 47 parties nommées « notions », dont 18 concernent les « Nombres et calculs », 12 portent sur « l'Organisation et la gestion de données », 6 sur les « Grandeurs et mesures », 9 en « Espace et géométrie » et 2 en « Algorithmique et programmation ».

On remarque une grande disparité dans le nombre de pages consacrées à chacun des domaines. Au numérique est consacrée une part prépondérante. Dans le domaine qui

nous intéresse, celui des grandeurs et mesures, trois « notions » concernent les aires et trois ont pour sujet la géométrie dans l'espace et les calculs de volumes. Notons que le manuel ne mentionne pas de travail sur les périmètres. Quinze pages sont dédiées au travail sur les aires, ce qui représente peu en quantité : soit 6 % des pages du manuel. Les auteurs distinguent trois « notions » sur les aires :

- Calculer l'aire des polygones usuels
- Calculer l'aire du disque
- Calculer l'aire d'une surface par représentation géométrique.

Pour cette dernière « notion », il s'agit de calculs d'aires par décomposition d'une figure en sous-figures usuelles à partir de cas concrets. Il faut pour cela utiliser une somme ou une différence d'aires, dont la formule de calcul est connue, afin d'en déterminer une autre. On trouve dans cette partie, par exemple, l'aire d'une couronne formée de deux cercles concentriques, l'aire d'un rectangle auquel on a accolé un demi-disque.

A partir du sommaire de ce manuel, on remarque un morcellement important des savoirs. Le découpage en 47 chapitres plonge les élèves dans une étude centrée sur des sujets, rarement des thèmes. Un tel fractionnement oblige l'élève, à partir des sujets, à remonter par lui-même et en autonomie, jusqu'aux domaines dans les niveaux des organisations mathématiques. Il freine la mise en place de liens que pourraient faire les élèves entre les sujets : par exemple, calculer l'aire du disque de rayon 4 cm et les domaines géométriques, numériques et grandeurs mais aussi entre domaines différents.

Au sein de l'organisation didactique générale, chaque « notion » débute par une partie « cherchons », correspondant à une activité qui a pour fonction d'être « introductive ». Il s'en suit une partie « cours » très succincte, comprenant les technologies essentielles puis des séries d'exercices. Cette liste d'exercices offre deux catégories qui se distinguent en « exercices d'application » et « exercices d'entraînement », suggérant une progressivité dans la difficulté. On retrouve en ce point la vision bien connue de l'apprentissage basée sur une progression dans le temps, allant du plus simple au plus complexe, vision que nous avons retrouvée chez plusieurs enseignants et exposée dans la première partie de cette thèse. Les manuels participent au développement de cette opinion.

Trois ou quatre « notions » sont regroupées ensemble et forment une séquence. Chaque séquence se termine par une fiche de synthèse de « cours » et une série de problèmes. Parmi les « exercices d'entraînement », certains sont désignés comme étant des problèmes ouverts. Existent aussi des exercices interactifs accessibles par des liens Internet à raison d'un lien par « notion ».

Nous analysons *a priori* quels sont les usages possibles du manuel par les élèves en situation d'étude autonome, à travers le CIO. Quatre parties du manuel peuvent potentiellement remplir une fonction de ressource, et devenir un média pour l'élève qui étudie :

- Les exercices résolus

- Les exercices en ligne sur internet, c'est-à-dire les exercices interactifs
- Les Questionnaires à Choix Multiples d'auto-évaluation
- Le cours

6.3.4.2 Les exercices corrigés du manuel du collège de y_2

Dans la séquence « aires » du manuel du collège de y_2, trois exercices sont corrigés à la fin de celui-ci, page 249. L'élève est placé dans la position p_8, celle de celui qui travaille la technique, mais aussi certainement en position p_0 d'auto-évaluateur de la technique, grâce à la correction qui se trouve à la fin du manuel.

Le numéro 1 page 163

Dans le premier exercice (n°1 page 163), il s'agit d'associer des figures à quatre calculs d'aires. L'exercice n'est pas classique dans la mesure où, habituellement, une figure étant donnée, on demande d'en calculer l'aire.

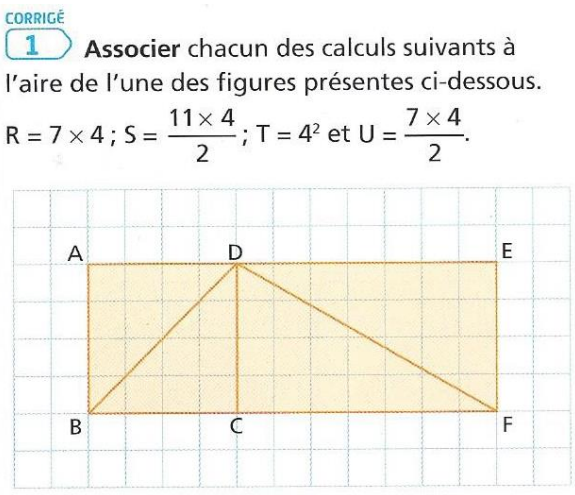


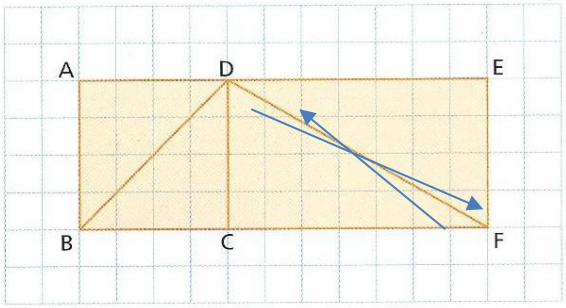
Figure 30. Exercice corrigé n°1 page 163

Notons que les calculs s'effectuent sans unité. Ce qui représente l'unité est donc implicite dans cet exercice : il s'agit de l'aire d'un « carré » du quadrillage. L'élève peut solliciter les formules de calculs d'aires et reconnaître l'aire d'un rectangle, d'un carré et de deux triangles. C'est donc l'opération engagée et sa forme ostensive qui pourraient permettre de guider l'élève. La figure étant réalisée sur papier quadrillé, l'élève peut tout aussi bien engager une technique qui consiste à compter un à un les « carreaux », sans entrer dans une stratégie de comptage. Pour le triangle quelconque *BDF* ce comptage peut être plus difficile, mais réalisable en complétant des carreaux du bas (à droite et à gauche) par ceux du haut ou inversement (9 carreaux complets plus 5 à compléter).

CORRIGÉ

1 **Associer** chacun des calculs suivants à l'aire de l'une des figures présentes ci-dessous.

$R = 7 \times 4$; $S = \frac{11 \times 4}{2}$; $T = 4^2$ et $U = \frac{7 \times 4}{2}$.



Cette technique permet de répondre à la question sans appliquer de formules. Un deuxième implicite, porté par le contrat en vigueur à propos de cet exercice, consiste à choisir pour réponses des figures dont les sommets sont nommés par des lettres et des côtés tracés sur le quadrillage, ainsi que des figures usuelles (carré, rectangle, triangle). Les tâches visées sont relatives aux types de tâches T_{6C} T_{6R} et T_{6T}, dans le cas d'un triangle rectangle et acutangle.

Les formules de calculs d'aires constituent les technologies utilisées ; elles ne sont pas justifiées dans ce manuel. L'organisation mathématique travaillée est l'OM « répétition ». Par conséquent, si la technique utilisée est celle de l'application d'une formule, le parcours formatif est donc composé de $(\pi_{\text{répétition}}(p_8), \pi_{\text{répétition}}(p_0))$.

Le corrigé fournit des réponses « brutes », sans élément de justification. Nous avions précédemment constaté que les élèves associent des « formes ostensives » de calculs aux aires, mais sont gênés par l'identification des éléments entrant dans la composition de ces calculs, c'est-à-dire par les variables entrant dans l'écriture des formules : par exemple, reconnaître la base ou la hauteur dans un triangle. Pour les élèves les plus faibles, comme Jade, qui associent une « addition » aux périmètres et une « multiplication » aux aires, cet exercice ne permet pas de rétroaction permettant de corriger cette erreur. Dans cet exercice, l'omission des unités dans l'énoncé et dans la pratique des nombres abstraits indique que le manuel s'inscrit dans une perception numérique oubliant le choix d'une unité d'aire, avant de mesurer.

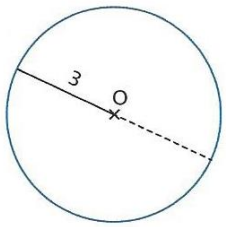
Le numéro 11 page 165

Le deuxième exercice corrigé est le numéro 11 page 165, ci-dessous :

Enoncé de l'exercice

CORRIGÉ

11 À partir de la figure ci-dessous, on a calculé les expressions ci-dessous.



Pour chacune d'elles, **indiquer** ce qu'elle perme de déterminer.

$A = 2 \times \pi \times 3$; $B = \pi \times 9$;

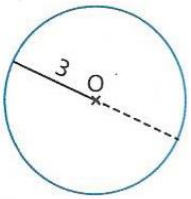
$C = 6 \times \pi$; $D = \frac{9 \times \pi}{2}$.

Corrigé à la fin du manuel

11 $A = 2 \times \pi \times 3$ et $C = 6 \times \pi$ expriment la longueur du cercle de centre O et de rayon 3.

$B = \pi \times 9$ exprime l'aire du disque de centre O et de rayon 3.

$D = \frac{9 \times \pi}{2}$ exprime l'aire d'un demi-disque de centre O et de rayon 3.



Dans ce cas encore, il s'agit d'associer un calcul d'aire à une figure.

Les calculs sont présentés sans unités d'aires, ni unités de longueurs, cédant ainsi la place à des implicites. Le corrigé très succinct donne les réponses mais pas d'explication quant aux éléments à identifier. Les formules générales ne sont pas rappelées. En situation d'étude autonome, l'élève doit donc, tout seul, parvenir à faire le lien entre la formule générale et le calcul. On ne sait pas si pour le calcul C l'élève en autonomie doit utiliser la commutativité de la multiplication à partir du calcul $A = 2 \times \pi \times 3 = 2 \times 3 \times \pi = 6 \times \pi$, ou bien s'il doit utiliser, parce qu'il la connaît, la formule du périmètre engageant le diamètre « $P = D \times \pi$ ». De même, pour le calcul de D, il doit associer la division par 2 du calcul B en ayant identifié D comme étant l'expression de l'aire du demi-disque. Pour Noa, comme nous l'avions vu, cette remarque est loin d'être évidente. Depuis les positions p_8, travailleur de la technique, et p_0 auto-évaluateur de la technique, cet exercice présente une possibilité d'entraînement sur les types de tâches T_{6D} et T_{5D}. L'équipement praxéologique est ($\pi_{répétition}(p_8)$, $\pi_{répétition}(p_0)$), pour T_{6D} et T_{5D}.

Le numéro 18 page 167

Le troisième exercice corrigé est le numéro 18 page 167, ci-dessous :

CORRIGÉ

18 **Calculer** la surface de « saut pur » de ce trampoline (autrement dit la surface dont on dispose pour sauter).

- Hauteur totale : 260 cm
- Composition : acier galvanisé et tapis de saut
- Diamètre total : 366 cm
- Longueur des ressorts sous la bâche de protection : 16 cm
- Hauteur du sol à l'entrée : 90 cm



Il s'agit d'un « problème concret » que l'on peut modéliser par deux cercles concentriques, eux-mêmes suggérés par l'image dans l'énoncé. On peut remarquer que le rayon du cercle intérieur n'est pas donné de manière directe. Les ressorts sont à imaginer comme étant placés le long des rayons des cercles, donnant ainsi une relation entre le rayon du grand cercle R et celui du cercle intérieur r : $R - 16 \text{ cm} = r$.

Certaines informations ne sont pas utiles : la hauteur totale, la hauteur du sol à l'entrée, ou encore la composition du trampoline en acier galvanisé. Dans la correction fournie par le manuel, aucun élément de modélisation de la situation n'est donné : cercles concentriques, place des ressorts. Le calcul du rayon du cercle intérieur est directement intégré dans la formule, sans aucune explicitation. Dans ce cas encore, aucune unité n'est mentionnée dans le calcul. L'unité cm^2 est placée en fin de calcul, donnant de nouveau une égalité fausse.

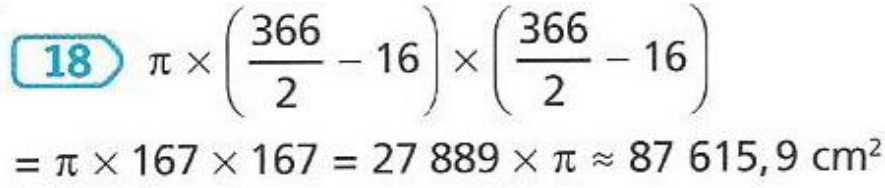


Figure 31. Corrigé du manuel de l'exercice 18

Beaucoup d'éléments sont à prendre en charge de manière autonome par l'élève. Depuis les positions p_8, travailleur de la technique, et p_0 d'auto-évaluateur de la technique, cet exercice fournit l'équipement praxéologique ($\pi_{répétition}(p_8)$, $\pi_{répétition}(p_0)$), pour le type de tâches T_{6D} « calculer l'aire d'un disque » et T_9 « calculer une aire par décomposition en sous-figures usuelles ».

Conclusion sur les trois exercices corrigés

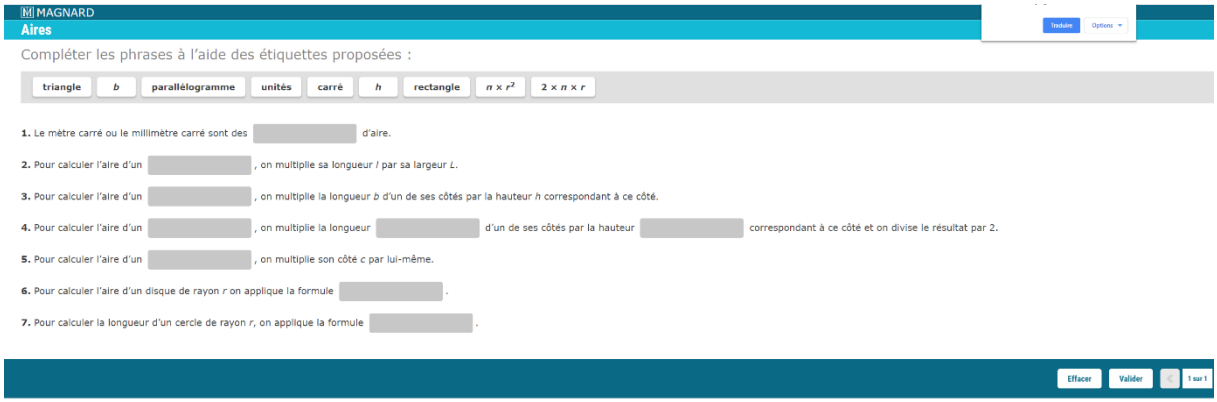
En conclusion, les deux derniers exercices permettent un travail de la technique pour les types de tâches « calculer l'aire d'un disque » et « calculer le périmètre d'un cercle » ; ces techniques faisant appel à l'application des formules. Les types de tâches « calculer l'aire d'un rectangle, d'un carré, d'un triangle et d'un parallélogramme » munis de la technique « appliquer une formule » ne sont pas explicitement présents dans les exercices corrigés. La modélisation des aires sans mesures est absente. Les élèves doivent donc prendre appui sur des éléments extérieurs au manuel pour y accéder. Les éléments théoriques relatifs à la modélisation des aires sans mesure, ainsi que les éléments théoriques permettant de justifier les formules étant aussi absents des cours dispensés par le professeur, il est difficile pour les élèves d'y avoir accès autrement que par l'intermédiaire du milieu familial.

6.3.4.3 Les exercices interactifs en ligne du manuel du collège de y_2

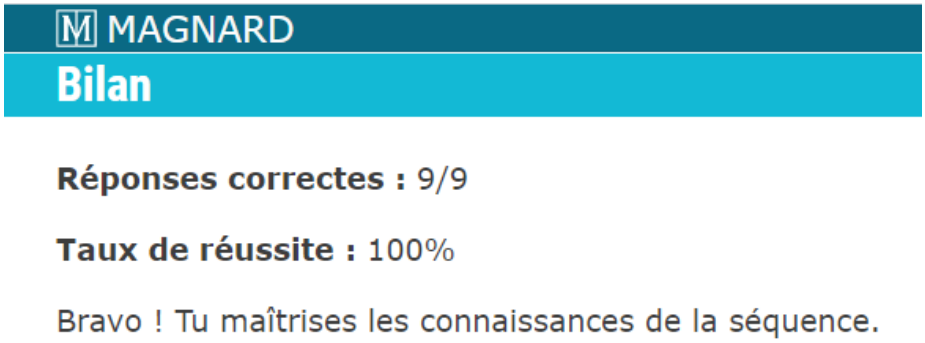
Des exercices sont donnés à l'aide de liens Internet, accessibles à tous, y compris à des élèves ou professeurs non utilisateurs de ce manuel. On trouve dans la séquence « aires » le lien suivant :



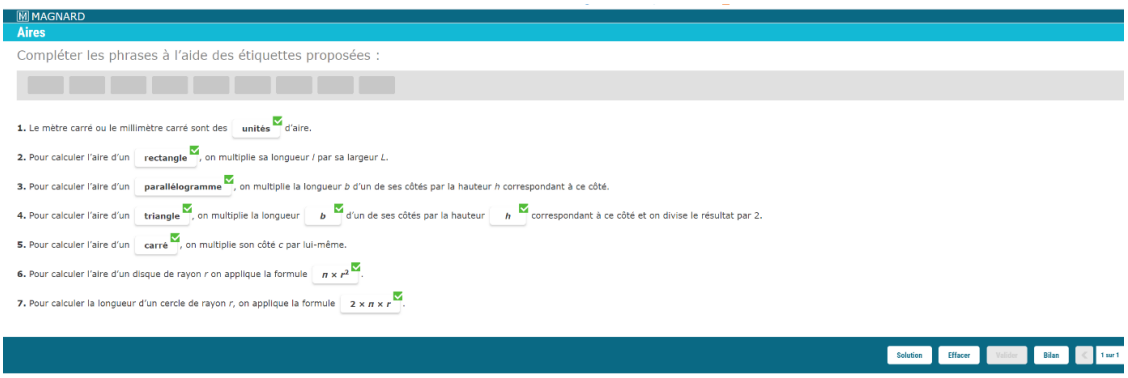
Lorsqu'on entre le lien « lienmini.fr/delta5-043 » sur l'Internet (consultation janvier 2019) arrive, sans code d'accès particulier, la page suivante :



Il s'agit d'un exercice interactif, comportant des étiquettes à compléter par un glisser-déposer. La touche « valider » permet d'accéder à son score, puis à la correction de l'exercice.



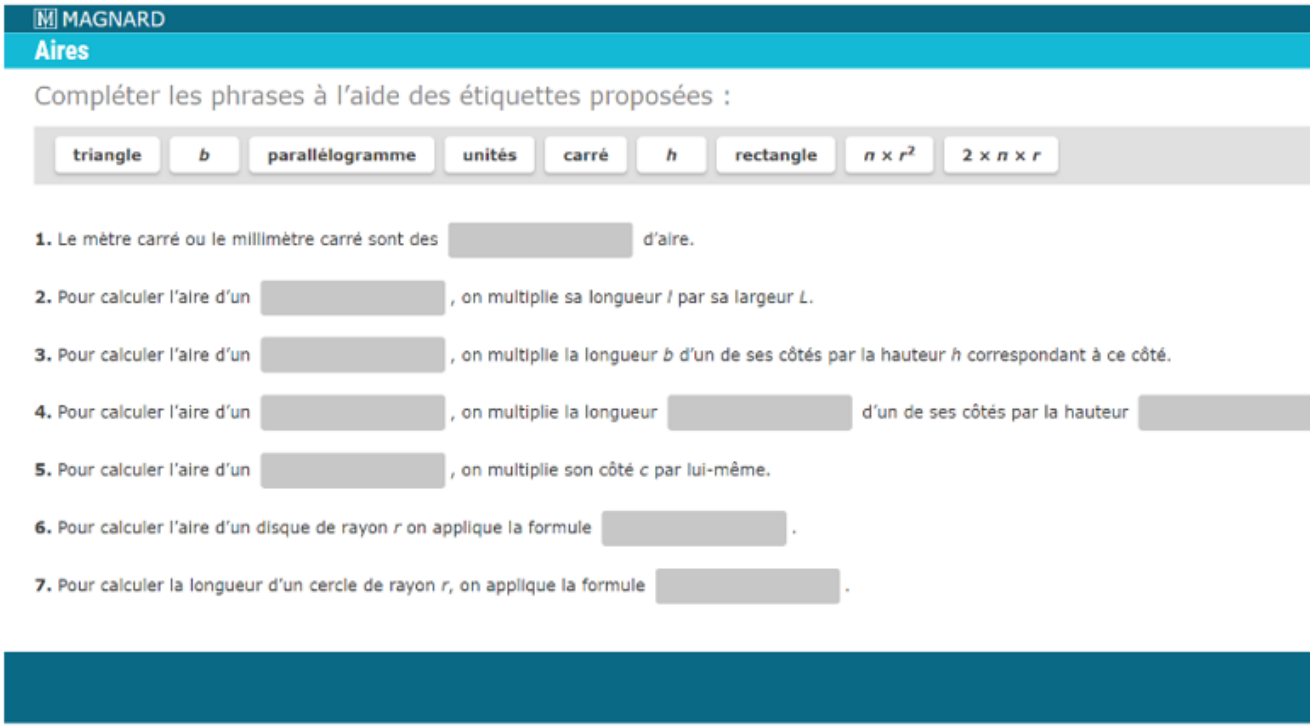
La touche « vérifier ses réponses » permet d'accéder à ses propres réponses.



Aussi le résultat à l'item 3 précédemment cité n'est-il pas une surprise. L'élève du collège de y_2 qui recherche des exemples corrigés dans son manuel doit s'engager dans plusieurs étapes :

- Comprendre que ces liens interactifs peuvent servir d'exercices corrigés ; ils sont noyés parmi les autres exercices
- Avoir un accès Internet et savoir accéder à un lien
- S'emparer de l'environnement informatique pour répondre : « glisser-déposer », utilisation des touches « valider » et « solution ». La correction indiquée comme solution n'étant disponible qu'après avoir répondu aux questions. Cette recherche d'exemples corrigés, si elle n'est pas initiée en classe, est donc difficilement accessible à un élève des premières années du collège en autonomie didactique.

Sur le plan mathématique, l'équipement praxéologique travaillé est $\pi_{\text{répétition}}$, pour les types de tâches T_{6R}, T_{6P}, T_{6T}, T_{6C}, T_{6D}, T_{5D}.



On peut relever que l'exercice est composé de phrases de « cours » à compléter ; en fait des énoncés de techniques que l'on incite implicitement l'élève à apprendre « par cœur ». Ils ne sont associés à aucun exemple de calculs d'aires qui pourrait venir les illustrer. Plus pragmatiquement, l'élève est engagé dans le type de tâches « compléter des mots manquants dans des phrases mathématiques ». L'exercice ne permet pas de relier le bloc technologico-théorique au bloc pratico-technique. L'élève est placé dans une position autre que celui qui travaille la technique de l'OM mathématique en jeu. On appelle p_{11} la position de l'évaluateur de technologies. L'exercice permet d'évaluer, comme le ferait un parent qui fait réciter la leçon à son enfant, l'existence chez l'élève d'un rapport de type psittacique à des technologies, sans avoir à les relier à la réalisation technique de certaines tâches. Dans cet exercice la position p_0 d'auto-évaluateur de la technique n'est pas présente puisqu'aucune tâche du genre « calculer une aire » n'est réalisée.

6.3.4.4 Les Questionnaires à Choix Multiples d'auto-évaluation

Le manuel propose un questionnaire à choix multiples à la fin de chaque séquence. Celui sur les aires, page 174, est composé de six questions. Dans un parcours positionnel, l'élève occupe la position d'auto-évaluateur p_0.

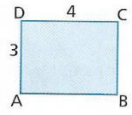
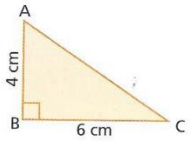
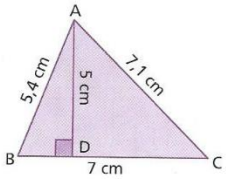
Choisissez la (ou les) bonne(s) réponse(s).	a	b	c
53 L'aire du rectangle ABCD est : 	$3+4+3+4$	3×4	$3\times3+4\times4$
54 L'aire du triangle rectangle ABC est : 	4×6 cm²	$\frac{4\times6}{2}$ cm²	12 cm²
55 L'aire du triangle ABC est : 	5×7 cm²	$\frac{5,4\times7,1}{2}$ cm²	$\frac{5\times7}{2}$ cm²
56 La longueur d'un cercle de diamètre 7 cm est :	$14\times\pi$ cm	$7\times\pi$ cm	$49\times\pi$ cm
57 L'aire d'un disque de 4 m de rayon est :	$3,14\times16$ cm²	$8\times\pi$ cm²	$\pi\times4\times4$ cm²

Figure 32. QCM page 174

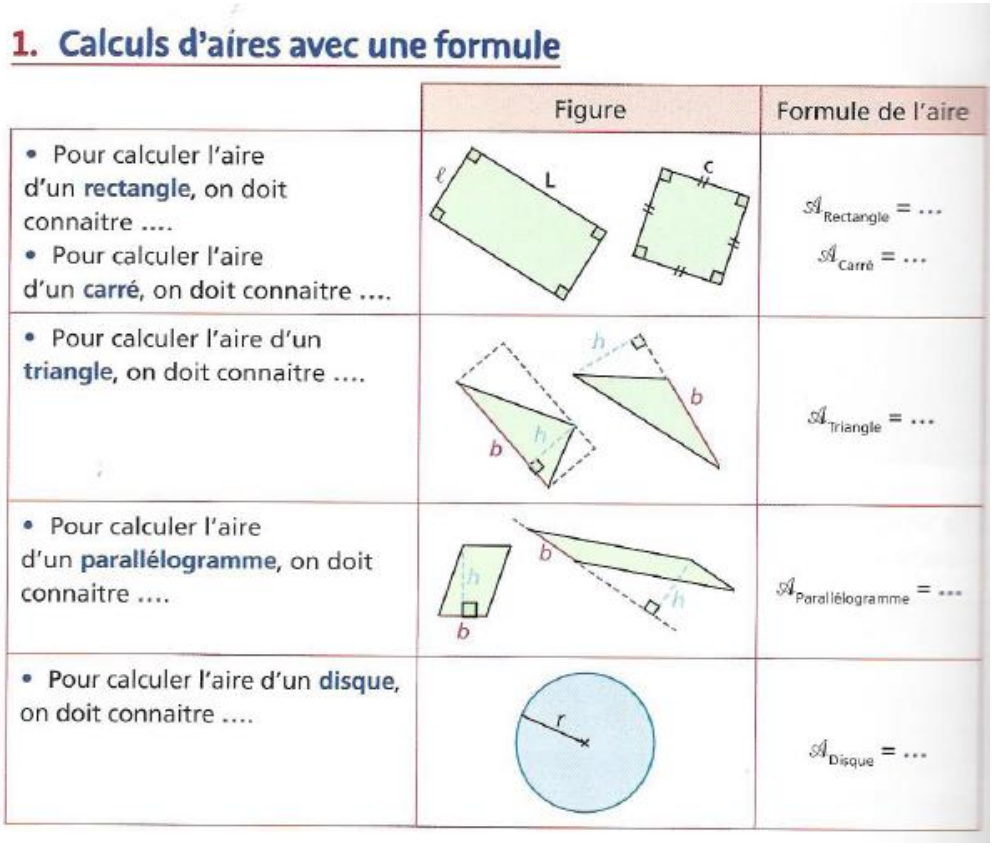
Dans l'ordre des questions, on trouve les calculs de :

1) l'aire d'un rectangle appartenant au type de tâches T_{6R},
2) l'aire d'un triangle rectangle T_{6T},
3) l'aire d'un triangle quelconque dont la hauteur est intérieure au triangle T_{6T}
4) le périmètre d'un cercle défini par son diamètre T_{5D}
5) l'aire d'un disque donné par son rayon T_{6D}
6) l'aire latérale d'un prisme droit à base triangulaire : il s'agit donc de la somme des aires de trois rectangles dont les dimensions sont à rechercher sur la représentation du solide.

A ce questionnaire à choix multiple est proposée une correction, page 249, donnant le numéro de la réponse juste, sans autre explication. Dans ce cas encore, on peut relever l'absence de discours technologique pour aider à la compréhension des réponses. L'élève en situation d'étude autonome ne trouvera donc pas de justifications pour appuyer son étude, ni dans le manuel, ni dans le cours de y_2. Le parcours formatif proposé par le manuel à partir de ce questionnaire est donc $\pi_{\text{répétition}}(p_0)$ pour T_{6R}, T_{6T}, T_{6D} et T_{5D}.

6.3.4.5 Le « cours »

Le cours, page 168, se trouvant à la suite des « notions » 31 à 33, est constitué d'un formulaire comprenant les formules des aires du rectangle et du carré, du triangle, du parallélogramme et du disque. Ce formulaire n'est pas complet mais rédigé, pour certaines parties, avec des pointillés que le lecteur a la charge de remplir. Il place l'élève dans les positions p_6 de lecteur et p_{11} d'auto-évaluateur d'un rapport aux technologies représentées par les formules d'aires.



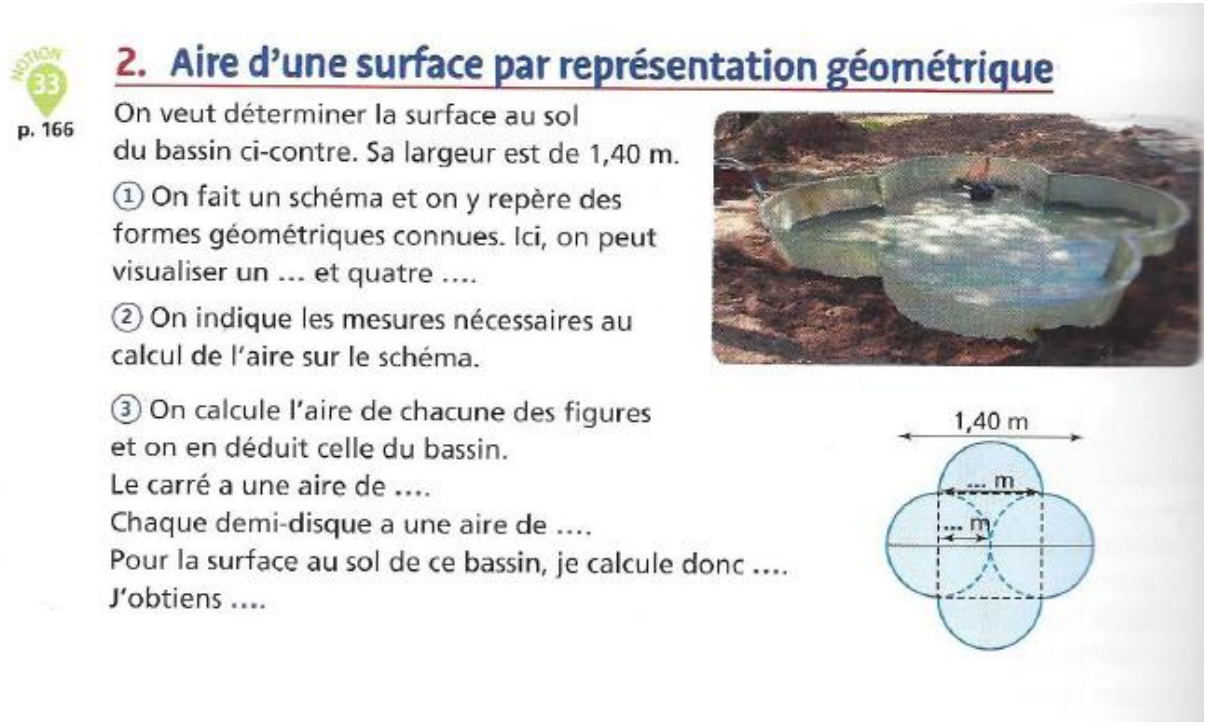
1. Calculs d'aires avec une formule

	Figure	Formule de l'aire
• Pour calculer l'aire d'un **rectangle**, on doit connaitre .... • Pour calculer l'aire d'un **carré**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Rectangle}} = \ldots$ $\mathcal{A}_{\text{Carré}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **triangle**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Triangle}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **parallélogramme**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Parallélogramme}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **disque**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Disque}} = \ldots$

Figure 33. Fiche de leçon, paragraphe 1 du manuel de y2

La fiche synthèse est proposée avec des « blancs » pour des formules. Un lien Internet est indiqué en haut de page et renvoie à la même fiche incomplète, mais en version prête à imprimer ; ce que le professeur n'a plus qu'à faire. Les auteurs et éditeurs du manuel ont pris soin de faciliter l'usage du manuel… par les enseignants.

Un exemple de calcul d'aire suit la fiche synthèse. De la même manière, des pointillés sont à compléter par le lecteur, plaçant l'élève dans la position p_0 d'auto-évaluateur de la technique et p_8 travailleur de la technique. Pour cet exemple de calcul d'aire, aucune indication n'est donnée quant à l'addition ou la soustraction des aires des sous-figures. Cela est laissé à l'initiative de l'élève.



NOTION 33
p. 166

2. Aire d'une surface par représentation géométrique

On veut déterminer la surface au sol du bassin ci-contre. Sa largeur est de 1,40 m.

① On fait un schéma et on y repère des formes géométriques connues. Ici, on peut visualiser un ... et quatre ....

② On indique les mesures nécessaires au calcul de l'aire sur le schéma.

③ On calcule l'aire de chacune des figures et on en déduit celle du bassin.
Le carré a une aire de ....
Chaque demi-disque a une aire de ....
Pour la surface au sol de ce bassin, je calcule donc ....
J'obtiens ....

Figure 34. Fiche de leçon, paragraphe 2 du manuel de y_2

Le cours ne contient aucune formule, du moins de manière directe, et encore moins de justifications de ces formules. Le bloc technologico-théorique est manquant.

6.3.4.6 Conclusion sur le CIO offert par le manuel de y_2

Dans le manuel de y_2 (delta maths 5e), l'utilisation des nombres abstraits reposant sur un contrat didactique d'application de formules numériques sans unités, confirme une perception des aires inscrite dans le domaine numérique et donc dans la modélisation des grandeurs avec mesures. Les consignes utilisées confirment l'absence de la modélisation des grandeurs sans mesure ; le titre de la « notion » 31 est révélateur : « calculer l'aire ». Lors des exercices, les consignes du même ordre sont les suivantes : « calculer », « Quelle est l'aire de ... », « donner l'aire de ... », « associer chacun des calculs à l'aire d'une figure ». On trouve d'ailleurs, de manière prépondérante, les genres de tâches : « calculer » et « déterminer ». Un seul exercice demande « d'estimer une surface ». Ainsi les justifications des formules reposant sur une théorie absente sont, elles-aussi, manquantes. L'organisation mathématique du manuel est dénuée de bloc technologico-théorique de nature mathématique. Ci-dessous, nous proposons des schémas des organisations mathématiques issues du manuel du collège de y_2.

Domaine : Grandeurs et mesures

Secteur 1 : aires et périmètres **Secteur 2 : volumes**

Thème : calcul d'aires

Type de tâches	T_{6R} : calculer l'aire d'un rectangle		T_{6C} : calculer l'aire d'un carré	
Technique	τ_{61} choix d'une unité de mesure et compter	τ_{63} Application d'une formule de calcul	τ_{61} choix d'une unité de mesure et compter	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie	La mesure de l'aire est égale au nombre d'unités.	$A = l \times L$	La mesure de l'aire est égale au nombre d'unités.	$A = l \times L$

Type de tâches	T_{6T} : calculer l'aire d'un triangle		T_{6P} : calculer l'aire d'un parallélogramme		T_{6D} : calculer l'aire d'un disque
Technique	τ_{61}choix d'une unité de mesure et compter	τ_{63} Application d'une formule de calcul	τ_{61}choix d'une unité de mesure et compter	τ_{63} Application d'une formule de calcul	τ_{63} Application d'une formule de calcul
Technologie		$A = \frac{b \times h}{2} l$		$A = b \times h$	$A = \pi \times r \times r$

Thème : calcul de périmètre

Type de tâches	T_5 : calculer le périmètre d'un cercle
Technique	τ_{5f} appliquer une formule
Technologie	$P = 2 \times \pi \times r$
Théorie	Θ_L

On s'intéresse plus particulièrement à la partie cours du manuel.

	Type de tâches	Techniques	Technologies		Théories
Cours page 162	absent	absent	Formules de calculs de l'aire du rectangle, du carré du triangle et du parallélogramme	Figures avec présence des lettres en lien avec la formule 2 figures de triangles (hauteur intérieure et extérieure) 2 figures de parallélogrammes (hauteur intérieure et extérieure)	$\boldsymbol{\Theta_L}$
Cours page 164	absent	absent	Formule de calcul de l'aire du disque	Figure d'un disque colorié avec le rayon r sur la figure	$\boldsymbol{\Theta_L}$
Cours page 168 Synthèse	Calculer l'aire d'ne figure à décomposer en sous-figures	a) Faire un schéma et repérer les formes géométriques connues b) Indiquer les mesures nécessaires sur la figure c) Calculer l'aire de chaque sous-figure d) Découpage en un carré et demi-disques.	Formules à compléter	Figures avec présence des lettres en lien avec la formule 2 figures de triangles (hauteur intérieure et extérieure) 2 figures de parallélogrammes (Hauteur intérieure et extérieure)	$\boldsymbol{\Theta_L}$

Au regard de l'ensemble de ces éléments, on peut remarquer que l'organisation mathématique du manuel est centrée sur le thème du calcul des aires. Elle ne mobilise pas de techniques issues de la modélisation des grandeurs sans mesure. Les techniques nécessitent de remplacer dans une formule une lettre par une valeur numérique. L'usage d'un contrat portant sur des calculs sans unité confirme cet aspect. Cette organisation mathématique comporte des manques au niveau du bloc technologico-théorique. L'équipement praxéologique visé est clairement $\pi_{répétition}$.

Bilan sur le Curriculum Institutionnellement Offert (CIO) par le manuel

Partie du manuel	***Position***	***Equipement praxéologique***
Exercices corrigés pages 163-165 et 167	*Auto-évaluateur p_0 ; Travailleur de la technique p_8*	$\pi_{répétition}(p_0)$ et $\pi_{répétition}(p_8)$pour T_{6C}, T_{6R} et T_{6T}, T_{6D}, T_{5D}, calculer l'aire du carré, du rectangle, du triangle (rectangle et acutangle), l'aire du disque, et calculer le périmètre d'un cercle. π_{T9} calculer l'aire en décomposant en sous-figures.
Exercices interactifs en ligne	*Auto-évaluateur de la connaissance des technologies p_{11}*	$\pi_{répétition}(p_{11})$ pour les types de tâches $T_{6R,}$ T_{6P}, T_{6T}, T_{6C}, T_{6D}, $T_{5D.}$ calculer l'aire du rectangle, du parallélogramme, du triangle, l'aire du carré, du disque, et calculer le périmètre d'un cercle.
Cours page 168 paragraphe 1	*Lecteur p_6 ; Auto-évaluateur de la connaissance des technologies p_{11}*	$\pi_{répétition}(p_6)et\ \pi_{répétition}(p_{11})$pour T_{6C}, T_{6R}, T_{6T}, T_{6P}, T_{6D}. calculer l'aire du carré, du rectangle, du triangle (obtusangle et acutangle), du parallélogramme et du disque.
Cours page 168 paragraphe 2	*Auto-évaluateur de la technique p_0 ; Travailleur de la technique p_8*	$\pi_{répétition}(p_0)\ et\ \pi_{répétition}(p_8)$pour $T_{6C\ et}$ T_{6D}, calculer l'aire du carré et l'aire du disque. π_{T9} calculer l'aire en décomposant en sous-figures.
QCM page 174	*Auto-évaluateur p_0*	$\pi_{répétition}(p_0)$pour T_{6R}, T_{6T}, T_{6D}, T_{5D}, calculer l'aire du rectangle, du triangle (rectangle et acutangle), l'aire du disque et calculer le périmètre d'un cercle.

En analysant différentes parties du manuel, on remarque que dans le chapitre, bon nombre d'éléments sont présentés sous une forme incomplète et que l'élève a en charge de trouver par lui-même. Cette activité est donc complexe pour celui qui étudie. A aucun moment, on ne trouve de mise en texte complète. Les activités sont toujours présentées comme incomplètes et, pour s'en emparer, les élèves doivent répondre à des questions posées, très fermées et peu génératrices de savoirs. Le manuel choisi par le collège de y_2 est donc très pauvre en termes de possibilités d'étude autonome. Il s'adresse

essentiellement aux enseignants. Pourtant, on observe chez les élèves de ce collège un taux d'usage plus fort. Comment expliquer ce phénomène ? Le contrat d'étude de y_2 permet-il d'expliquer ce résultat ? Autrement dit, existe-t-il dans l'organisation didactique générale du professeur, des éléments qui pourraient aider le travail personnel des élèves ? Existe-t-il des « ponts » entre le manuel et les documents de la classe ?

6.4.5 Curriculum personnellement vécu dans la classe de y_2

On examine des fragments du curriculum personnellement vécu de Mathilde, bonne élève, et de Noa, élève faible.

6.4.5.1 Le curriculum personnellement vécu de Mathilde

Mathilde explique que lorsqu'elle révise le contrôle de mathématiques, elle lit puis récite la leçon. Elle marche debout autour de son lit. Mathilde occupe la position p_{11} d'auto-évaluateur de son rapport aux technologies. Elle vérifie qu'elle connaît les formules de la fiche de leçon. Depuis cette position, elle travaille l'équipement praxéologique $\pi_{\text{répétition}}(p_{11})$ pour les types de tâches T_{6C}, T_{6R}, T_{6P} et T_{6T}.

Lorsqu'elle lit la leçon, elle dit « visualiser dans sa tête » un exemple. « Pour le rectangle, elle choisit 3 cm. ». Elle est donc aussi en position p_7 de celle qui relie un élément du bloc technologico-théorique à un élément du bloc pratico-technique, par un exemple. Elle établit un lien entre la technologie θ, c'est-à-dire la formule d'aire, et un exemple de tâche. Mathilde refait tous les exercices issus de la classe. Ainsi réutilise-t-elle à travers des exemples les technologies qu'elle a récitées. Elle occupe alors la position p_8 de travailleur de la technique, mais aussi p_0 d'auto-évaluateur de la technique puisqu'elle déclare refaire les exercices, et comparer par rapport à la correction et se corriger.

6.4.5.2 Le curriculum personnellement vécu de Noa

Pour réviser, Noa lit plusieurs fois la leçon, cache les formules et se les récite, occupant la position p_{11} d'auto-évaluateur de son rapport aux technologies. Il n'utilise ces technologies sur des techniques pour des tâches que dans le cas du triangle. Il reprend l'étude des exercices numéros 2 et 3 page 163, sur les aires de triangles et travaillés en classe. Dans son parcours positionnel, depuis la position p_8 il travaille l'équipement praxéologique relativement à T_{6T}. Il déclare « j'ai fini par comprendre que tu fais côté fois hauteur divisé par deux. » On peut penser que pour le triangle, il se positionne en p_8 travailleur de la technique mais aussi en p_7 reliant les deux exercices révisés à la formule. Ce n'est pas le cas pour les autres formules. Pour l'aire du disque, il utilise la formule $\pi \times D$.

6.4.5.3 Conclusion sur les CPV de Mathilde et Noa

On compare les fragments que nous avons pu recueillir, de curriculums personnellement vécus par Mathilde et Noa.

	Mathilde, d'un bon niveau	**Noa, élève faible**
Parcours[56] positionnel	de $\dot{p}_{Mathilde}$ *= (p_{11}, p_0, p_8, p_7).*	$\dot{p}_{Noa}$ *= (p_{11}, p_8, p_7)*
Parcours formatif	$\pi_{répétition}(p_{11})$ pour les types de tâches T_{6C} T_{6R} T_{6P} T_{6T}. $\pi_{répétition}(p_0)$ pour les types de tâches T_{6C} T_{6R} T_{6P} T_{6T}. $\pi_{répétition}(p_8)$ pour les types de tâches T_{6C} T_{6R} T_{6P} T_{6T}. $\pi_{répétition}(p_7)$ pour les types de tâches T_{6C} T_{6R} T_{6P} T_{6T}.	$\pi_{répétition}(p_7)$pour T_{6T} uniquement $\pi_{répétition}(p_8)$ pour T_{6T} uniquement $\pi_{répétition}(p_{11})$pour toutes les figures
Noyau Cognitif	L'instance évaluatrice est elle-même. Mathilde prend aussi la position de professeur dans le noyau cognitif.	L'instance évaluatrice est Noa et la mère de Noa.

Noa et Mathilde ont en commun la position p_{11}, celle d'évaluateur de la technologie. Ils récitent leur leçon. Cependant, on remarque que Mathilde relie la technologie à un exemple pour tous les types de tâches envisagés, alors que Noa ne le fait que pour le triangle. De plus, Noa ne travaille la technique, position *p*, que pour T_{6T}.
Comme pour Sarah, Mathilde s'autorise à prendre la position de professeur au cours de son étude personnelle, dans le noyau cognitif.

6.4.6 Conclusion

A la suite à cette analyse, on revient désormais sur la question problématique 3.

> **Question 3** : Quelles sont les techniques d'étude manquantes chez les collègiens ? Pour quelles raisons ne vivent-elles pas dans « l'institution collège » ? A quelles conditions pourraient-elles vivre ?

6.4.6.1 Comparaison des curriculums institutionnellement offerts des deux ouvrages

La modélisation des grandeurs sans mesure est totalement absente des organisations mathématiques exposées dans le manuel de y_2. Le bloc technologico-théorique est réduit à une liste de formules. Ces formules ne sont pas écrites, elles doivent être complétées à partir des pointillés que le lecteur de l'ouvrage doit remplir. Le manuel de y_1 fait appel à

[56] (p_9, p_0, p_8, p_{10}) = (celui qui se crée une nouvelle rencontre avec un type de tâches, auto-évaluateur de la technique, travailleur de la technique, celui qui contrôle par le *logos*)

quelques éléments de justifications dans les activités. Cependant, le bloc théorique est quasiment vide. Seuls quelques tracés montrent des traces de justifications dans le cours. Les démonstrations sont prises en charge par des activités sous la forme de nombreuses questions enchaînées grandement immotivées. Le manuel de y_1 offre un milieu d'étude plus riche que celui de y_2. Dans le parcours positionnel, on trouve deux positions communes aux deux manuels, p_8 et p_0, travailleur de la technique et auto-évaluateur de la technique. Le manuel de y_1 offre cependant des positions supplémentaires comme celle p_1, de reprise de l'étude d'une OM précédemment étudiée ou encore celle p_7 qui consiste à relier la technologie à un élément du bloc pratico-technique. Nous avions trouvé cette position chez les bons élèves.

L'usage important du manuel dans le collège de y_2 n'est donc pas à relier à son contenu, qui aboutit finalement à offrir un milieu pauvre. Il est à rechercher ailleurs. Est-il conséquence de facteurs inhérents à l'étude provenant du système principal ? On peut invoquer la grande similarité de l'organisation didactique générale du manuel et celle du professeur.

Cependant un autre facteur est à prendre en compte. En effet, dans la partie statistique, on a relevé que les élèves de y_2 vont moins que d'autres rechercher des éléments technologiques dans leur cahier de cours. Par conséquent, il est possible que ce que les élèves des autres collèges trouvent dans leur leçon, les élèves de y_2 tentent de les trouver dans leur manuel. Le livre de sixième utilisé par y_1 offre un milieu d'étude plus riche, en conséquence un potentiel d'aide dans le travail personnel plus fort. Pourtant, c'est bien dans la classe de y_2 que le livre est le plus utilisé.

6.4.6.2 Bilan par rapport au contrat d'étude

On peut se demander si le fait d'autoriser en classe l'utilisation de ressources, comme les manuels par exemple, se transfère en dehors de la classe, dans le travail personnel à la maison. On a pu constater que :

- Les élèves de y_1 sont autorisés en classe à aller rechercher des informations, des réponses $R^{\diamond}$ dans leur livre. Cependant, ils recourent peu à leur manuel.
- Les élèves de y_2 ne sont pas autorisés à utiliser leur livre autrement que comme support des énoncés des exercices. Or, dans la classe de y_2, de nombreux élèves font usage de leur manuel.

Au préalable, deux remarques s'imposent au niveau de la classe de y_1. D'une part, les populations REP sont moins lectrices. Dans notre approche statistique, on avait en effet noté que 22 % des élèves de REP ont un accès possible à des livres autres que ceux distribués par le collège, ce qui représente peu par rapport aux élèves de zone urbaine (33 %). Le chi-deux était pour ce critère de 0,0051. Parmi les élèves interrogés dans l'approche qualitative en classe REP, l'usage du manuel est surtout réalisé dans sa première fonction : celle de support des énoncés d'exercices. De plus, les cours de y_1 sont moins sommaires que ceux dispensés par y_2. On peut conclure que les élèves utilisent leur

manuel s'il est motivé par un besoin d'aller chercher des réponses $R^{\diamond}$. Ce besoin peut naître d'un déficit du système didactique principal. En l'absence de bloc technologico-théorique robuste, les élèves tentent d'accéder à des éléments théoriques à partir de leur manuel.

L'usage important du manuel est certainement aussi facilité chez y_2 par le fait que les organisations mathématiques et didactiques en classe suivent celles du livre. Dans l'organisation didactique générale, il existe de nombreux éléments de concordances entre le milieu d'étude du manuel et celui de la classe. Le professeur y_2 suit le manuel en termes de progression. La numérotation entre les leçons du manuel et celles de la classe correspondent. Cela constitue un avantage pour l'élève qui peut se repérer plus facilement dans le livre, et en facilite son usage. Cependant le choix d'un éclatement des savoirs en un découpage excessif de notions, ce qui est le cas du manuel utilisé et qui se répercute dans l'organisation de l'enseignement suivie par y_2, constitue une contrainte forte qui gêne l'élève dans la possibilité de lier ces fameuses notions entre elles. Les organisations mathématiques créées sont donc ponctuelles, au mieux locales. L'organisation mathématique proposée par le professeur importe les mêmes manques. Elle est structurée autour du domaine numérique par le moyen de l'application de formules utilisant des nombres abstraits. Le professeur suit aussi une organisation didactique générale proche de celle du manuel :

- y_2 utilise au maximum les parties « cherchons » du livre ou en invente : des activités courtes et génératrices d'un seul type de tâches
- y_2 propose un bilan succinct presque identique à celui du livre.
- y_2 fait suivre son bilan d'une série d'exercices.

La même confusion peut être tirée : dans la fiche bilan, dont le titre est « calculer l'aire d'un disque », l'enseignant insère le périmètre du cercle comme dans le manuel. La seule différence tient en le rajout par le professeur y_2 d'une activité de début de séquence confrontant des exemples de la vie courante. L'objectif de cette activité consiste à faire rechercher par les élèves si la phrase fait intervenir une aire ou un périmètre. Malgré la pauvreté du manuel du collège de y_2 quant à ses possibilités à servir de média, son usage par les élèves est plus important dans le collège de y_2 que dans les autres collèges. Cet usage provient du besoin de combler un manque technologico-théorique.

6.4.6.3 Bilan sur les fonctions du manuel, de l'Internet

On s'intéresse désormais au rapport des élèves au manuel, à la façon dont ils en usent pour servir l'étude. Soulignons cependant que l'accès au curriculum personnellement vécu CPV des élèves est difficile ; notamment parce qu'il s'appuie sur la partie du rapport personnel qui est privée.

- La première fonction du manuel est celle d'être le support d'énoncés des exercices. Le manuel est dans ce cas peu utilisé dans ses fonctionnalités utiles à l'étude. C'est

le cas de Mathilde, qui refait tous les exercices effectués en classe : elle prend appui sur le manuel pour leurs énoncés.

- Noa se sert des énoncés des exercices du livre comme un tremplin pour se remémorer des moments vécus en classe. Les énoncés du livre, de par leur fonction ostensive, servent à déclencher des souvenirs.

Dans le panel interrogé, Ambre et Bastien, qui sont de bons élèves, utilisent la partie « cours » de leur livre pour compléter les leçons très succinctes de y_2. Le manuel sert de média dans la recherche de réponses $R^{\Diamond}$. Les éléments technologiques sont ciblés. Leur quête est dirigée vers la recherche d'une mise en texte du savoir plus complète. Ces élèves occupent une position p_{13} qui est celle de ceux qui cherchent des réponses $R^{\Diamond}$.

Alicia (élève moyenne) fait elle-aussi usage de son manuel pour la recherche d'éléments technologiques. Son objectif est de créer son propre résumé de cours, sous la forme d'une fiche. Le cours de y_2 étant déjà très synthétique, il y a fort à parier qu'Alicia essaie de dégager les éléments saillants de la leçon. Il y a certainement aussi chez elle la volonté de délimiter les objets de savoirs à réviser. Cette fiche constitue une forme de personnalisation-réappropriation du contenu de la leçon, faisant partie du processus d'institutionnalisation. Sur sa fiche, elle ne note que des éléments théoriques sans exemple pratique. Cette technique n'est guère efficace puisqu'elle ne permet pas de relier le bloc pratico-technique au bloc technologico-théorique.

Ophélie utilise un livre parascolaire qui contient des exemples corrigés. Elle essaie de comparer un exercice portant sur les calculs d'aires de triangles provenant de ce livre et un exercice de son manuel que le professeur a donné à rechercher à la maison. Elle cherche à mettre en œuvre une dialectique média-milieu.

Bilan sur l'usage du manuel dans la classe pour les six élèves interrogés

Elève	Usage du manuel – fonction	Lien ou divergence avec le SDP
Mathilde	Sert d'énoncés pour les exercices. Travail et entrainement de la technique	Même usage du manuel qu'en classe.
Bastien	Sert de ressource à la mère de Bastien comme support pour réexpliquer à son fils.	Divergence avec l'utilisation en classe suscitée par le milieu familial
Noa	Sert d'énoncés pour les exercices. Les exercices servent d'aide-mémoire.	Même usage qu'en classe.
Ambre	Se sert de la partie cours du livre pour compléter les leçons de la classe. Se sert aussi du livre comme énoncés d'exercices.	Divergence avec l'utilisation en classe.
Alicia	Se sert du livre pour créer un résumé de cours qu'elle nomme « fiche-outil »	Divergence avec l'utilisation en classe
Ophélie	Se sert d'un livre pour aller chercher des éléments de compréhension : des technologies plus fines.	Divergence avec l'utilisation en classe.

Si on compare les usages du manuel tels qu'ils le sont dans la réalité de la classe et ceux des usages dans le système didactique auxiliaire, on remarque des différences pour quatre élèves sur les six interrogés. Pour chacun d'eux, la famille utilise une fonction différente du manuel par rapport à celle à laquelle on recourt en classe. C'est le cas de Bastien, d'Ambre, d'Alicia et d'Ophélie. On remarque que ce n'est donc pas à l'initiative de l'élève mais plutôt de la famille que l'usage du manuel devient plus riche. L'usage que fait Noa de son cahier d'exercices est elle-aussi intéressant. Il ne constitue pas un outil d'entraînement, mais plutôt la trace qui lui permet de se remémorer des événements ayant eu lieu au sein de la classe. Noa essaie de se souvenir de ce qui est fait en classe. Lorsqu'il ne se souvient plus, il fait appel à son cahier d'exercices.

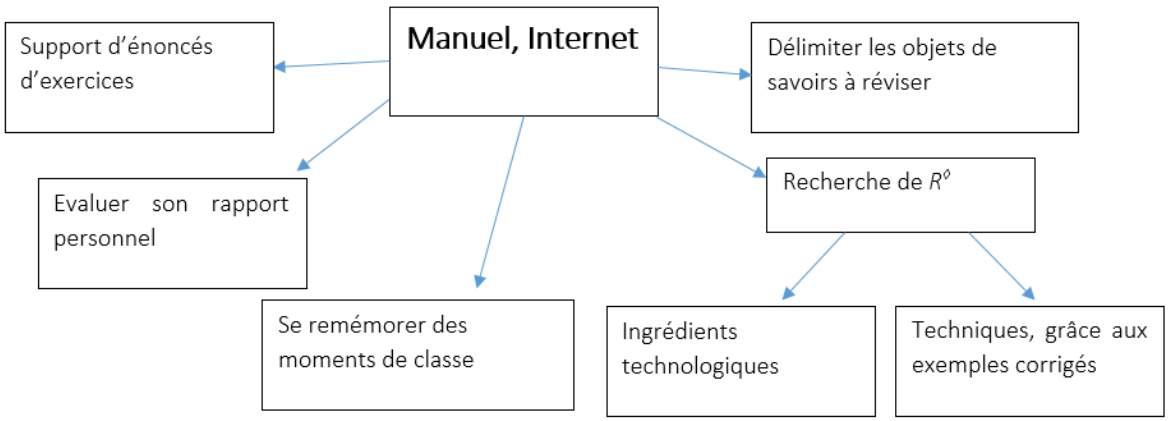
Quatre élèves de notre échantillon ont donc utilisé leur manuel de manière détournée par rapport à l'usage du manuel en classe, en créant pour cela une technique qui leur est personnelle. Dans ce cas il s'agit d'*extensions praxémiques* de l'usage. En effet, l'élève qui

utilise un manuel ou l'Internet pour son travail personnel peut s'autoriser une liberté d'usage par rapport à l'utilisation institutionnellement établie dans le système didactique principal. Face à une tâche auto-didactique problématique, par exemple réviser le contrôle de mathématiques, l'élève n'a pas à sa disposition, et depuis la fréquentation de l'enseignement dispensé en classe, d'organisation didactique complète et efficiente. Ainsi utilise-t-il une technique venue d'une autre organisation praxéologique d'étude pour cette tâche problématique, sans se préoccuper de la technologie qui pilote cette technique, et qui provient du milieu familial. L'élève s'autorise à utiliser cette technique sans construire de technologie associée.

L'étude clinique, menée à partir de six élèves, nous permet de recueillir des traces comme autant d'indices, nous menant vers la conclusion suivante : « Les élèves de y_2 éprouvent le besoin de consulter davantage le manuel de la classe, ou un livre de mathématiques extérieur, pour pallier le manque d'éléments technologico-théoriques des OM enseignées dans le système didactique principal. Nous ne connaissons pas les raisons d'un tel manque. Sont-elles à rechercher dans une volonté de simplification des savoirs, face aux difficultés croissantes, réelles ou supposées, des élèves ? Notons que la quête de technologies chez les élèves n'aboutit pas forcément. Par exemple, Ophélie consulte « le bled des mathématiques » mais sans parvenir à en extraire les informations qui lui manquent. Le livre ne se comportera donc pas comme un média alors qu'Ambre réussit, de son côté, à obtenir des réponses.

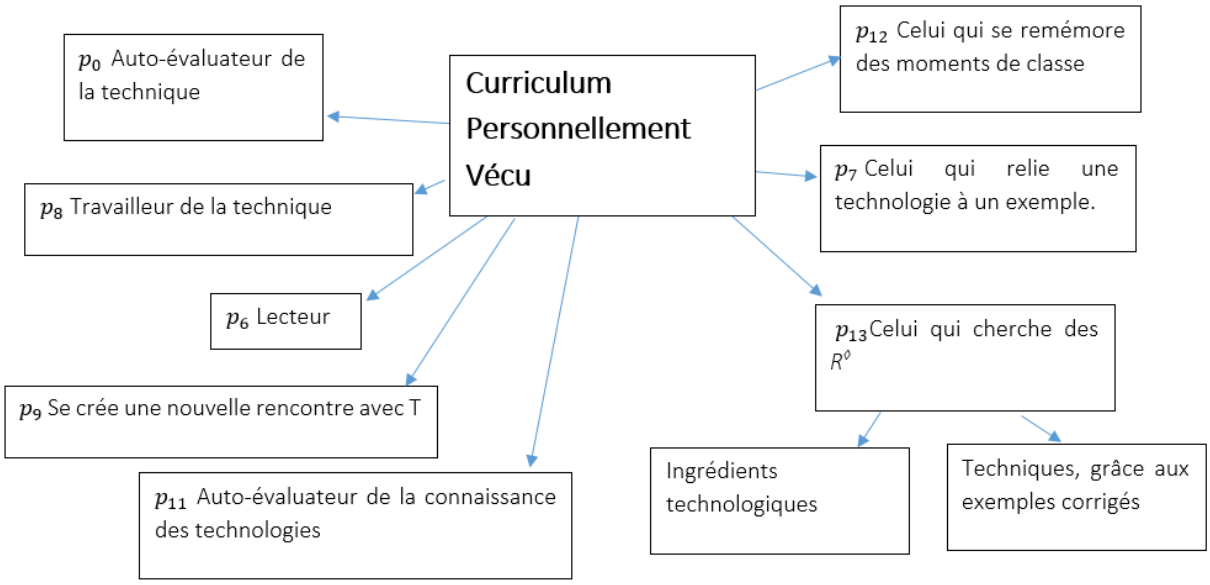
La classe de y_2 permet de mettre au jour un phénomène : les élèves perçoivent le rôle de la dimension technologique sans forcément parvenir à la construire par eux-mêmes. L'usage plus important du manuel est donc motivé chez y_2 par une mise en texte du savoir très sommaire, que les élèves essaient de compenser. Par exemple, la mère de Bastien recherche des éléments dans le livre pour formuler de façon différente les leçons. Ambre complète la leçon de la classe par la leçon du manuel. Alicia se sert du livre comme support pour réaliser des fiches-résumés de cours. La leçon de la classe ne suffit pas. Ophélie cherche des pistes dans un livre de mathématiques pour comprendre comment calculer l'aire d'un triangle.

Nous pouvons récapituler les diverses fonctions jouées par le manuel et l'internet, que nous avons recueillies lors des différents entretiens avec les collégiens.



Nous synthétisons ci-dessous par un schéma les différentes positions trouvées dans les parcours positionnels des élèves, dans leur CPV.

Différentes positions du parcours positionnel dans le CPV



6.4 Classe issue du milieu urbain, enseignée par PER.

6.4.1 Caractéristiques des élèves dans un enseignement comportant des AER

Dans cette partie de la thèse, on étudie de manière qualitative l'influence de l'enseignement par PER sur les gestes de l'étude. Nous avons déjà mis au jour certains éléments de conclusion à l'issue de l'étude quantitative par questionnaire. Les élèves qui ont été choisis pour la suite des entretiens sont issus du collège 3, à Bellerive sur Allier, implanté dans un milieu urbain. Mais avant de passer à l'étude de ces derniers entretiens nous rappelons ci-dessous, et brièvement, les résultats que nous avions dégagés concernant les techniques d'étude personnelles développées par les élèves enseignés par Activités d'Etude et de Recherche (AER), autrement dit qui ont été enseignés en suivant ce que nous avions nommé un contrat A. Nous avions conclu à des différences statistiquement significatives par rapport aux élèves enseignés de manière « standard », appelé contrat B. On indique pour mémoire, et entre parenthèses, les p-valeurs correspondantes au test du chi-deux. Pour certains critères, il s'agit de caractéristiques statistiquement très significatives.

- Pour ce qui concerne les discussions informelles :
Les élèves en contrat A discutent plus souvent de mathématiques en dehors de la classe, et ces discussions se produisent la plupart du temps avec leurs camarades, formant ainsi une petite communauté scientifique (p-valeur égale à 0,0392).

- Pour ce qui concerne l'aide des familles :
Les élèves en contrat A nécessitent moins d'aide de la part de leur famille dans la recherche de pistes pour résoudre un exercice à la maison. Ils sont plus autonomes, moins démunis lorsqu'il est nécessaire de chercher (p-valeur égale à 0,0012).

- Pour ce qui concerne les brouillons :
Les élèves ayant suivi un enseignement par PER réalisent plus que les autres des brouillons lors des devoirs à la maison (p-valeur inférieure à 0,001).

- Pour ce qui concerne les révisions des devoirs surveillés :
Les élèves ayant suivi un enseignement par PER revoient moins que les autres les notions des années précédentes (p-valeur égale à 0,0063) et ils réalisent moins d'exercices supplémentaires ne provenant pas de la classe (p-valeur égale à 0,0277).

- Pour ce qui concerne la leçon :
Les élèves ayant suivi un enseignement par PER sont nombreux, à hauteur de 87 % à utiliser leur cahier de leçon pour trouver des solutions (contre 84 % pour des élèves en contrat B) ce qui ne constitue pas une différence en soi. Ce qui change, par rapport aux

élèves en contrat B, est la nature de leurs recherches. En effet, les élèves en contrat A recherchent des éléments technologiques dans leur leçon (P-valeur égale à 0,006). On peut mettre ce résultat en corrélation avec le fait que les élèves ayant suivi un enseignement contenant des activités d'étude et de recherche pensent que justifier est important en mathématiques (p-valeur égale à 0,01).

- Pour ce qui concerne le manuel :
Les élèves en contrat A consultent moins leurs manuels pour surmonter une difficulté lors d'exercices relevant du travail quotidien. Ils ne sont que 30 % à rechercher des technologies dans le manuel contre 44 % en contrat B (P-valeur inférieure à 0,001). Ils ne sont que 25 % en contrat A à aller rechercher des exemples corrigés dans leur manuel contre 38 % dans un enseignement traditionnel (p-valeur inférieure à 0,001).

6.4.2 Analyse du contrôle de y_3

Dans ce paragraphe, on analyse la composition du contrôle de y_3 sur les aires et périmètres (Annexe30). Il est composé de 7 exercices.

L'exercice 1 ci-dessous porte sur les types de tâches T_2 « comparer des aires » et T_1 « comparer des périmètres », restreinte dans le cas d'une égalité. La technique attendue pour T_2 « comparer des aires » est visuelle reposant sur le découpage et recollement de parties de la figure, recourant implicitement à la modélisation « grandeurs sans mesure ». Pour T_1 « comparer des périmètres », il s'agit de comparer chacune à chacune les longueurs des parties composant le contour de la figure, sans leur mesure.

Exercice 1
Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.
Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre parmi ces trois figures.

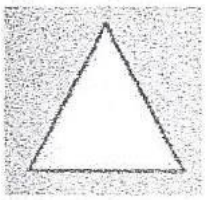


Figure A

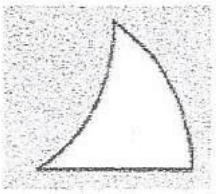


Figure B

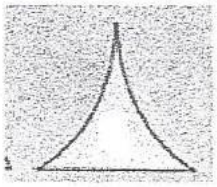


Figure C

Dans l'exercice 2, il s'agit de tracer en vraie grandeur une figure d'aire donnée, soit 16 cm^2. Les nombres entiers pour longueurs de côtés facilitent la résolution de l'exercice mais ne sont pas imposés.

Exercice 2 : Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm^2.

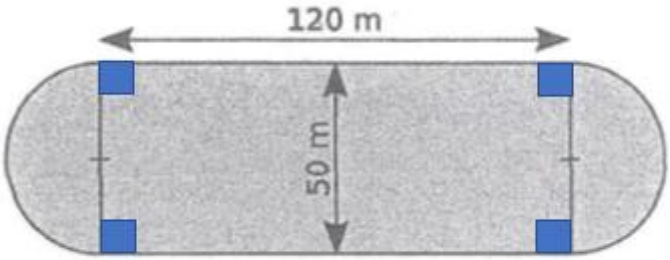
L'exercice 3 porte sur le calcul de l'aire du disque et du périmètre d'un cercle. Il fait appel à un calcul de quatrième proportionnelle. Le rayon n'est pas directement donné. Il faut décrypter l'information le concernant à partir de la phrase : l'émetteur a une portée de 5 km. Cet exercice engage aussi une conversion d'unités d'aires d'hectomètres carré en kilomètres carrés ou inversement.

Exercice 3 : L'émetteur de radio B a une portée de 5 km.
A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm^2.

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

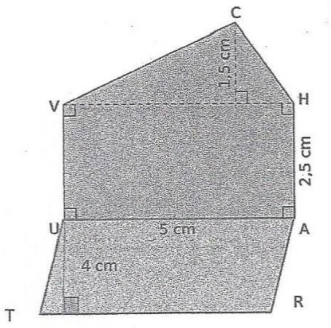
L'exercice 4 représente un stade dont il faut calculer l'aire. Il s'agit du type de tâches T_9 : « calculer l'aire d'une figure à partir de ses sous-figures ». La figure est composée d'un rectangle et de deux demi-disques, dont on connaît le diamètre.

Exercice 4 : Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m^2.



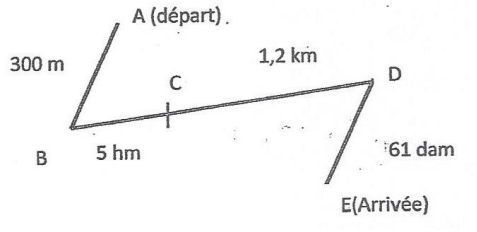
L'exercice 5 porte sur le type de tâches T_9. Il faut décomposer la figure en un triangle, un rectangle et un parallélogramme.

Exercice 5 : Elodie doit repeindre cette pièce en bois. Quelle est son aire ?



L'exercice 6 sollicite des conversions de longueurs T_7 et l'exercice 7, des conversions d'unités d'aires soit T_8.

Exercice 6
Le cross du collège part du point A et passe par les points B, C et D et arrive en E. Quelle est la longueur de ce cross ?



Exercice 7
L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent repectivement 15 m^2 ; 8 m^2 ; 150 dam^2 ; 0,2 dam^2 et 12m^2.Quelle est l'aire totale de cet appartement ?

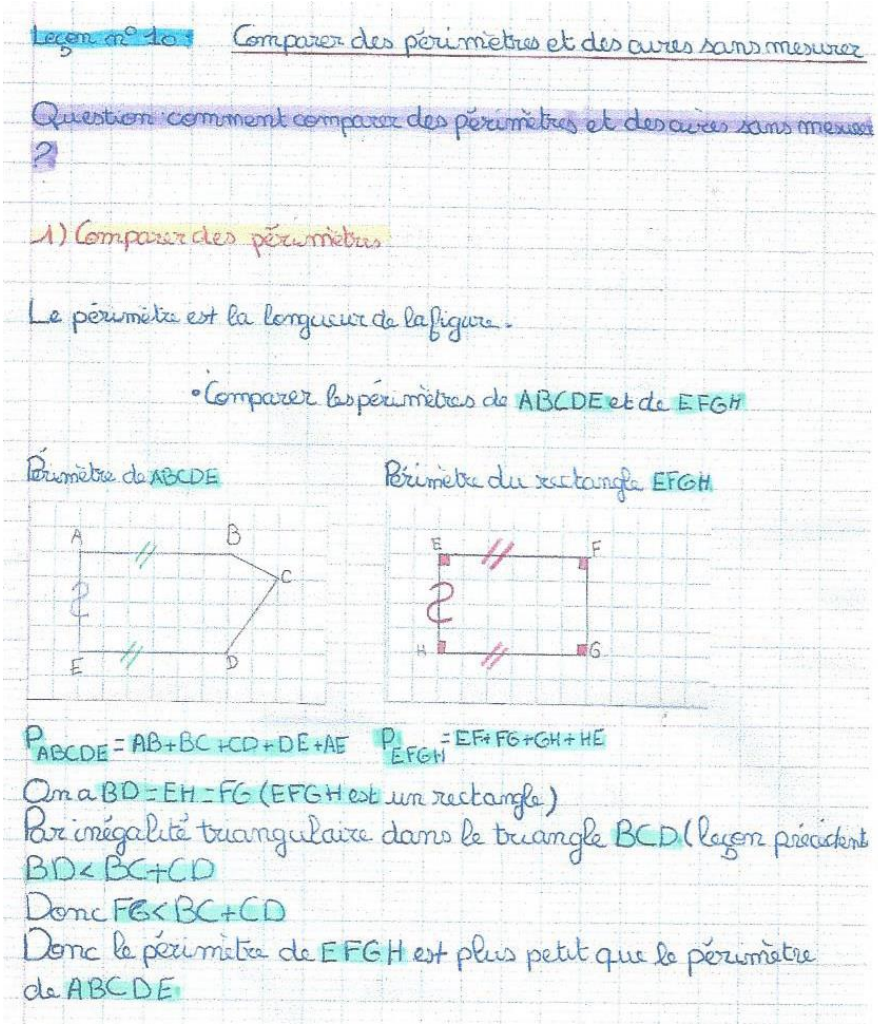
6.4.3 Milieu d'étude construit dans la classe de y_3

Tous les documents de y_3 sont disponibles en annexe 31. La partie « cours » donnée par y_3 contient deux « leçons » :

- la leçon n°10 sur la comparaison des périmètres et des aires sans mesure
- la leçon n°11 sur les calculs des aires et des périmètres avec mesures.

La première partie est inscrite dans la modélisation des grandeurs sans mesure Θ_H alors que la deuxième est justifiée par la modélisation des aires avec mesures Θ_L. A chacune des deux leçons est associée une série d'exercices que nous décrivons ci-après.

6.4.3.1 Etude de la leçon n°10


Leçon n°10 : Comparer des périmètres et des aires sans mesurer

Question comment comparer des périmètres et des aires sans mesurer ?

1) Comparer des périmètres

Le périmètre est la longueur de la figure.

• Comparer les périmètres de ABCDE et de EFGH

Périmètre de ABCDE

Périmètre du rectangle EFGH

$P_{ABCDE} = AB+BC+CD+DE+AE$ $P_{EFGH} = EF+FG+GH+HE$

On a BD = EH = FG (EFGH est un rectangle)

Par inégalité triangulaire dans le triangle BCD (leçon précédente)

BD < BC+CD

Donc FG < BC+CD

Donc le périmètre de EFGH est plus petit que le périmètre de ABCDE

Figure 35. Paragraphe 1 de la leçon n°10

La leçon de y_3 commence par une question : « Comment comparer des périmètres sans mesurer ? »

Le premier paragraphe intitulé « comparer des périmètres » présente un spécimen appartenant au type de tâches T_1 « comparer des périmètres ». La technique considérée consiste à comparer les sommes qui interviennent dans le calcul des périmètres des deux polygones. Il s'inscrit dans la modélisation Θ_H des grandeurs sans mesure.

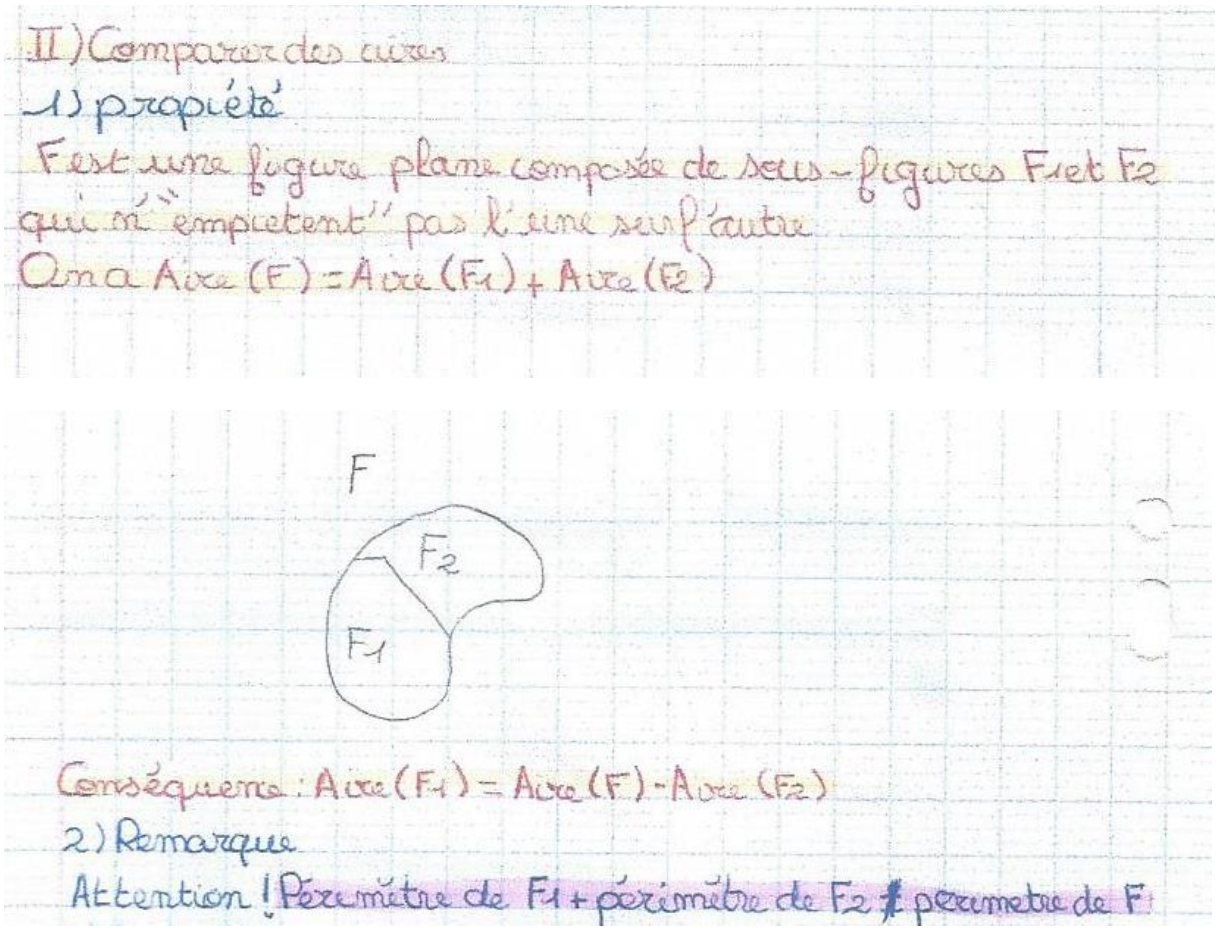


Figure 36. Paragraphe 2 de la leçon n°10

La leçon numéro 10 se poursuit par un deuxième paragraphe « comparer des aires », accompagné de l'énoncé technologique, « *la décomposition de figures en sous-figures* θ_3 ». Il s'ensuit 4 exemples de tâches pour lesquelles il s'agit d'écrire une relation entre les aires de deux figures. Ces exemples appartiennent au type de tâches T_2 muni de la technique $\boldsymbol{\tau}_{22}$. Le premier propose de comparer l'aire d'un rectangle et l'aire d'un triangle rectangle.

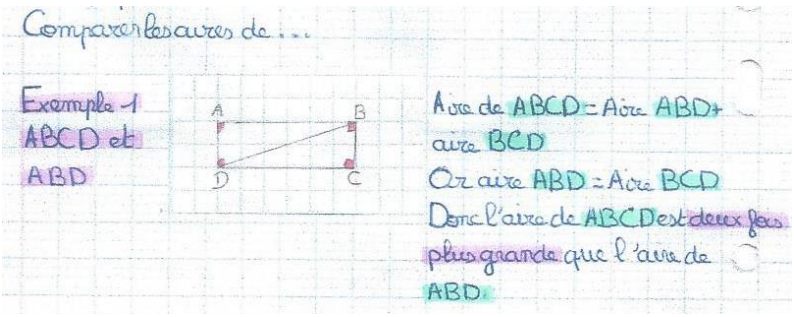


Figure 37. Exemple 1 du paragraphe 2 « Comparer des aires »

Le deuxième exemple porte sur la comparaison de l'aire d'un losange et d'un triangle rectangle.

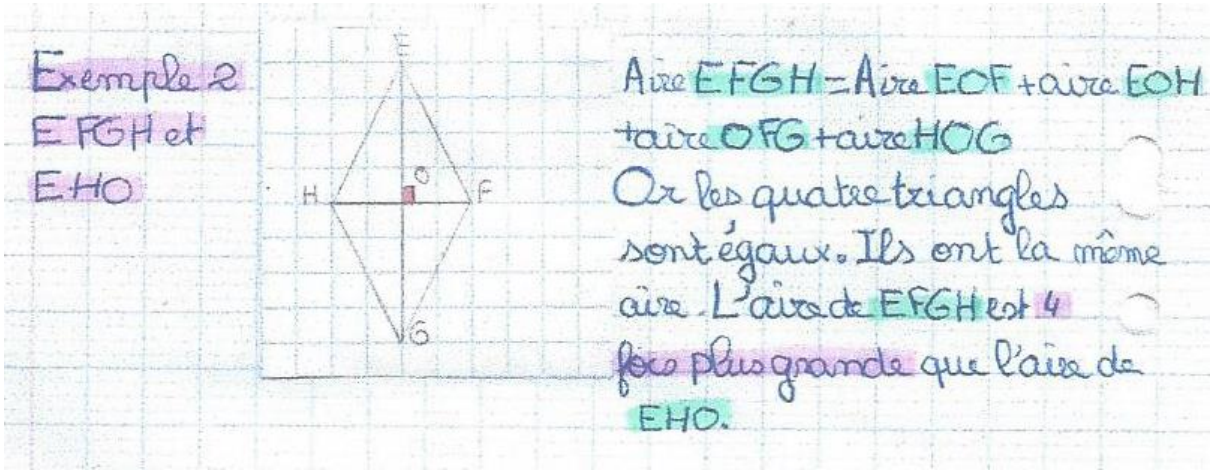


Figure 38. Exemple 2 du paragraphe 2 « Comparer des aires »

Un troisième exemple porte sur la comparaison de l'aire de deux figures formées de demi-disques, aboutissant à une égalité d'aires, puis conclut sur une relation entre l'aire de la figure jaune ci-dessous et l'aire du disque.

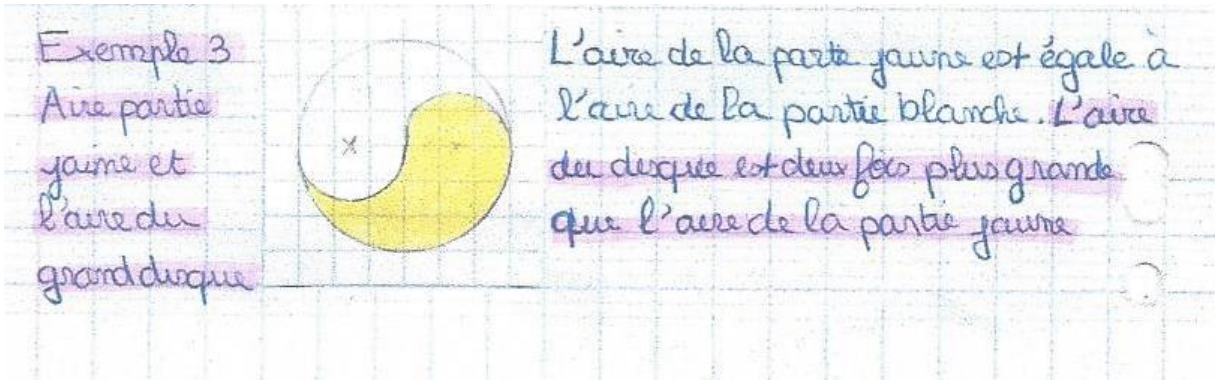


Figure 39. Exemple 3 du paragraphe 2 « Comparer des aires »

Un dernier exemple met en avant la comparaison de l'aire d'un trapèze, d'un parallélogramme et d'un rectangle, donnant lieu à une égalité d'aires des trois figures. La technique utilisée est celle du découpage et recollement τ_{22}.

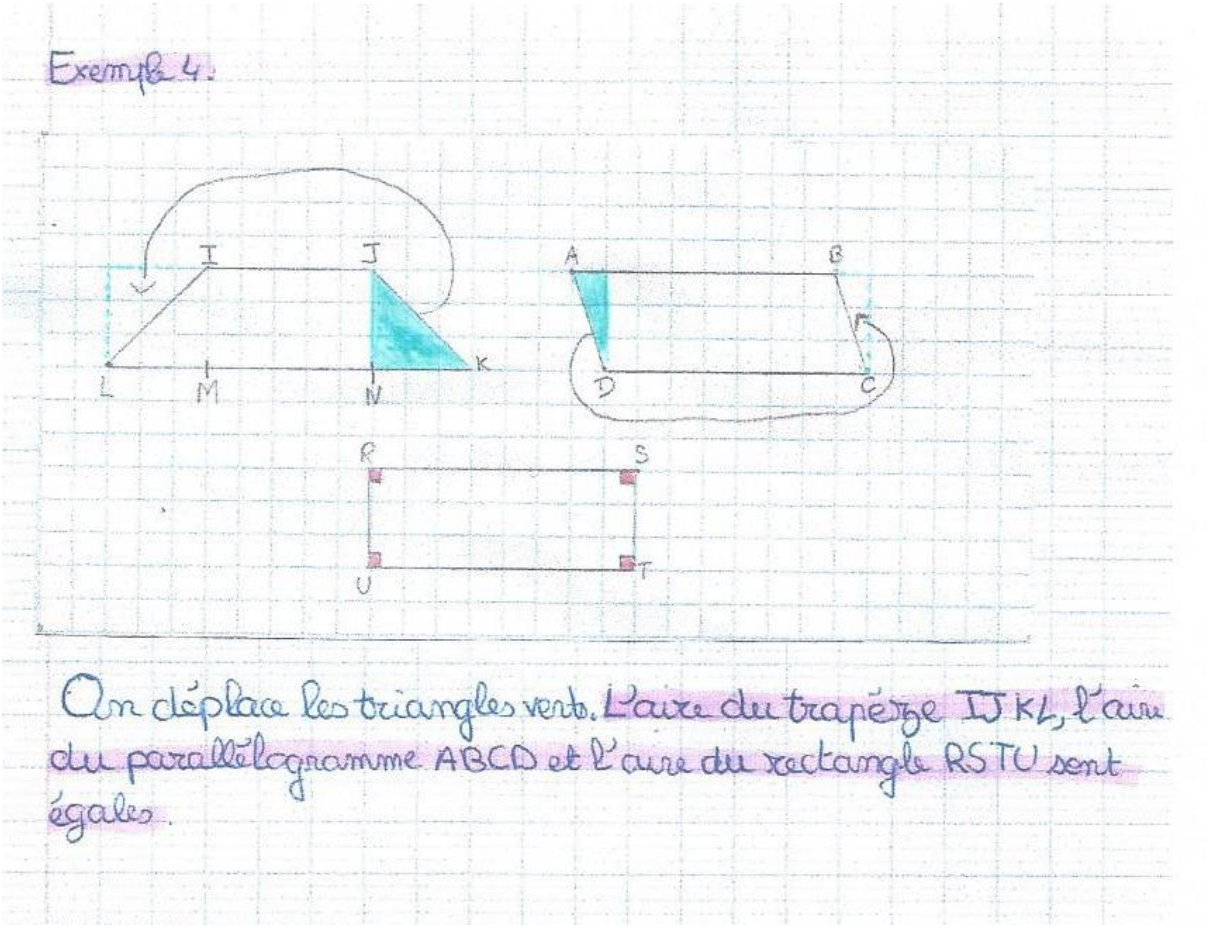


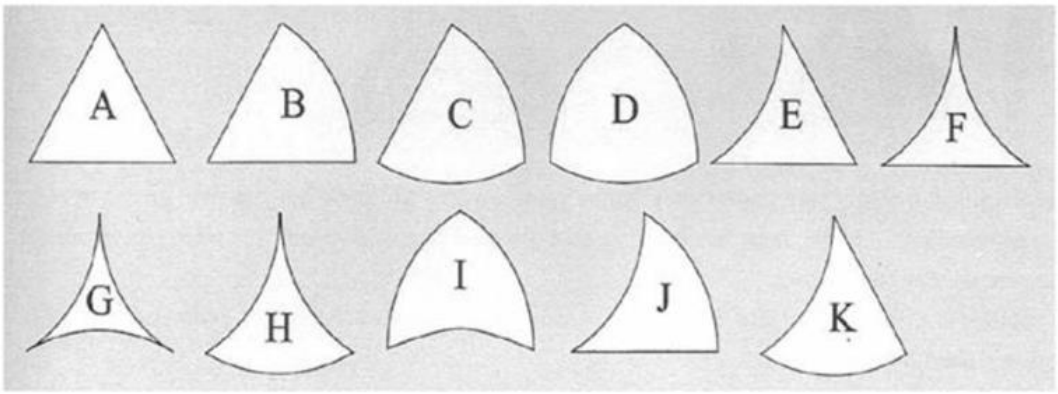
Figure 40. Exemple 4 du paragraphe 2 « comparer des aires »

6.4.3.2 Etude des exercices associés à la leçon n°10

Deux fiches d'exercices sont données sous forme de polycopiés**.**

La première fiche concerne d'une part le classement de 11 figures dans l'ordre croissant de leurs périmètres T_3 et, d'autre part, le classement dans l'ordre croissant de leurs aires. La question sur les périmètres sollicite T_1 « comparer deux périmètres ». La technique consiste à comparer les sommes obtenues pour trouver le périmètre. La question sur les aires appartient au type de tâches T_2 « comparer des aires de surfaces ». La technique à engager est $\boldsymbol{\tau}_{21}$, technique de superposition et inclusion**.** On emboîte la surface ***S*** dans la surface ***S'***et on utilise $\boldsymbol{\theta_0}$**.** Si ***S*** est incluse dans ***S'***alors l'aire de ***S*** est inférieure à l'aire de ***S'***. On utilise aussi, dans cet exercice, la technique $\boldsymbol{\tau}_{22}$. On décompose la surface ***S*** en une partition : $S_1 \cup S_2 \cup \dots S_n$. On compare les « morceaux » ainsi obtenus. On emboîte S_1, S_2, …, S_n dans ***S'***. S'il est possible d'inclure de manière disjointe S_1, S_2, …, S_n dans ***S'***alors l'aire de *S* est inférieure à l'aire de *S'*. Selon la figure, cette technique peut aussi amener à une égalité entre les aires de ***S*** et ***S'***. C'est justement le cas des figures A, J, K, ou bien B et I, ou encore H et E. Cet exercice, aussi bien pour les aires et que pour les périmètres, s'inscrit dans la modélisation Θ_H puisqu'il ne fait intervenir aucune mesure.

Exercice : les figures suivantes sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral dont chaque côté est creusé, bombé ou laissé en l'état.



Ranger ces figures dans l'ordre croissant de leurs périmètres puis dans l'ordre croissant de leurs aires.

Figure 41. Fiche polycopiée 1 de la leçon n°10

La deuxième fiche polycopiée comporte deux exercices. Le premier concerne T_2. Il s'agit de comparer les périmètres de deux figures.

Exercice 1 : Comparer les périmètres des figures 1 et 2, sans mesurer, en utilisant les codages.

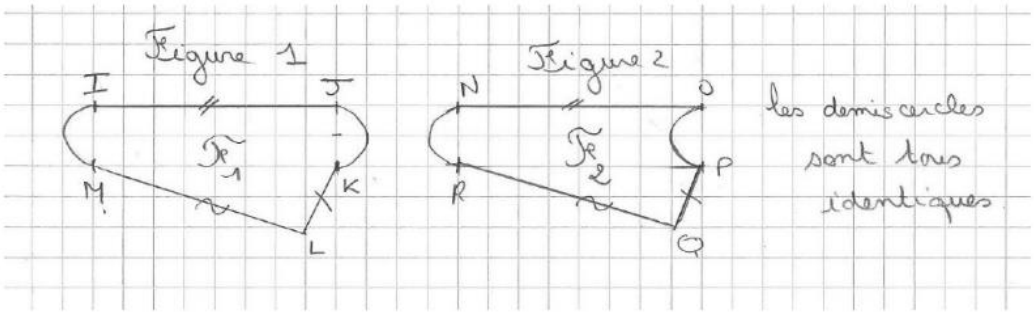


Figure 42. Fiche polycopiée 2 de la leçon n°10, exercice 1

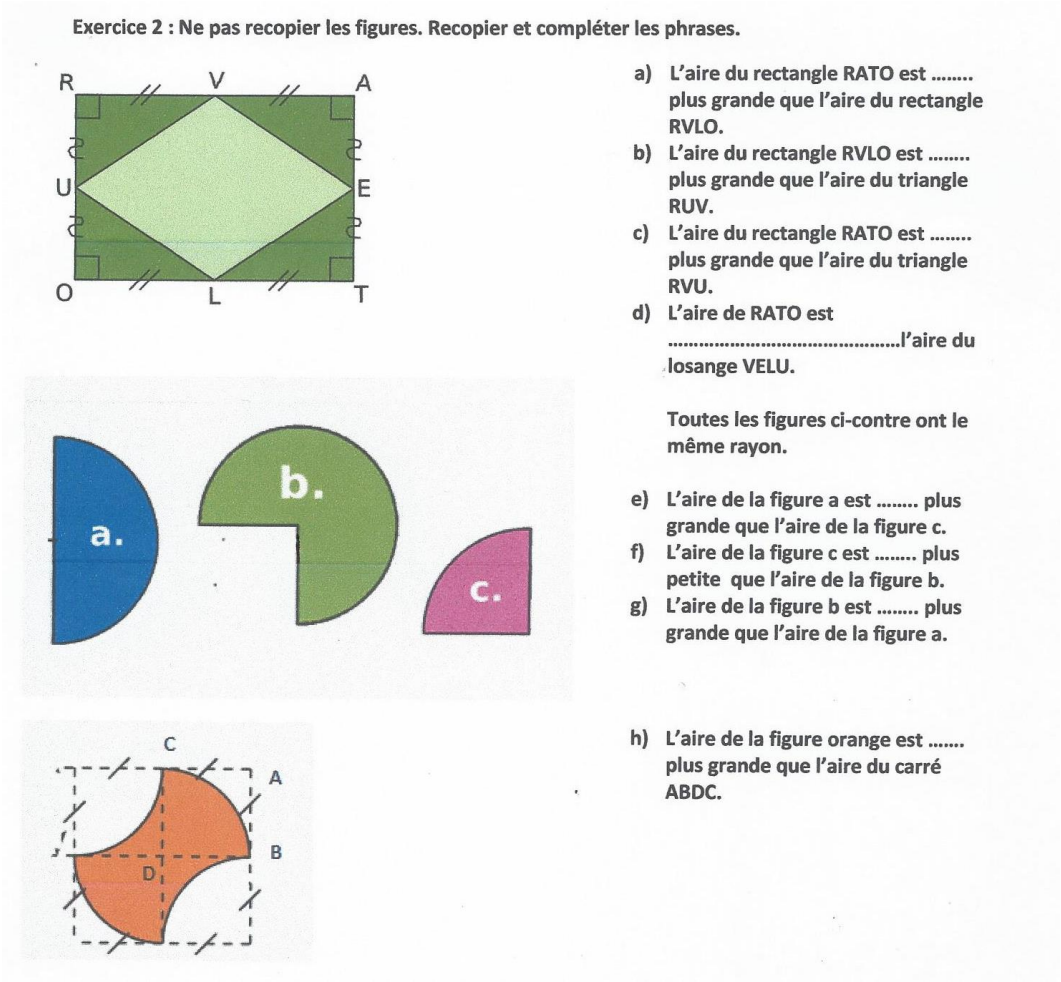


Figure 43. Fiche polycopiée 2 de la leçon n°10, exercice 2

Le deuxième exercice travaille le type de tâches T_2 à travers 8 exemplaires. Il sollicite la technique est $\boldsymbol{\tau}_{21}$ et $\boldsymbol{\tau}_{22}$.

Bilan des types de tâches travaillées pour les périmètres et aires sans mesure pour y_3

Types de tâches	T_1 Comparer des périmètres	T_2 Comparer des aires	Total
Technique	$\boldsymbol{\tau}_{11}$ faire la somme des longueurs et comparer les sommes	$\boldsymbol{\tau}_{21}$ $\boldsymbol{\tau}_{22}$	
Technologie théorie	Définition du périmètre Θ_H	Equidécomposabilité Θ_H	
Nombre d'exemplaires	12	18	30

6.4.3.3 Etude de la leçon n°11

La leçon 11 travaille les calculs d'aires et de périmètres avec mesures. L'intégralité de cette leçon est justifiée par la modélisation Θ_L. Elle se compose de cinq paragraphes :

Paragraphe 1 : Comment calculer le périmètre d'une figure ?
Paragraphe 2 : Comment convertir des unités d'aires ?
Paragraphe 3 : Formules de base : rectangle et carré
Paragraphe 4 : Comment calculer l'aire d'un parallélogramme et d'un triangle ?
Paragraphe 5 : Comment calculer le périmètre d'un cercle et l'aire d'un disque ?

Le paragraphe 1

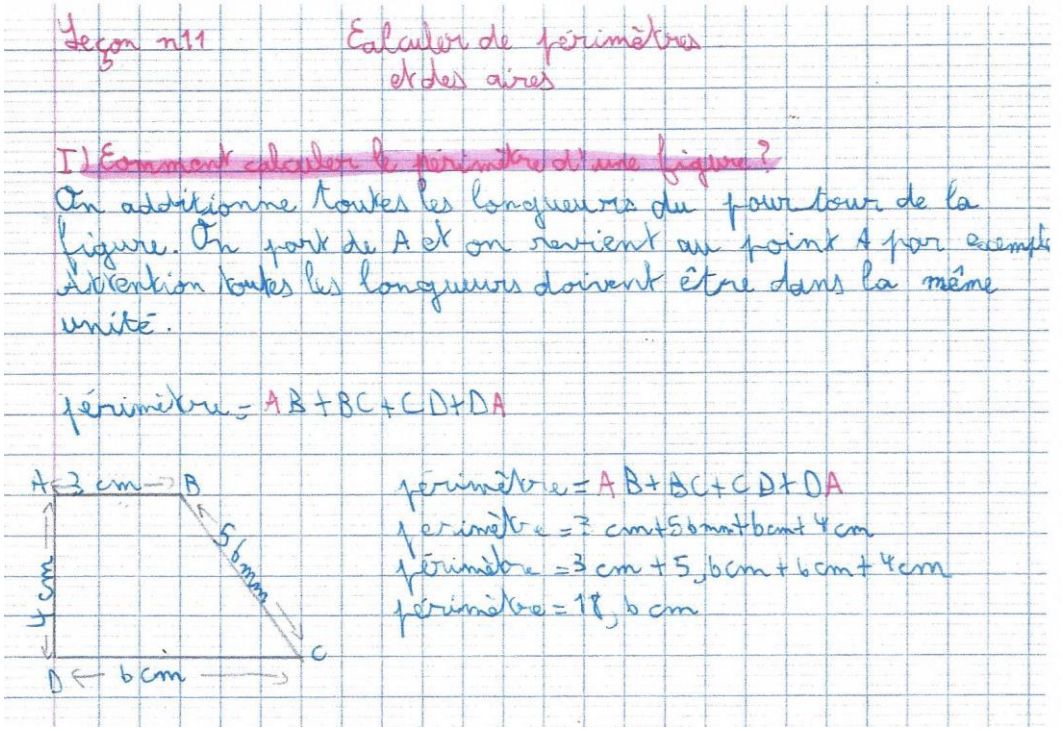
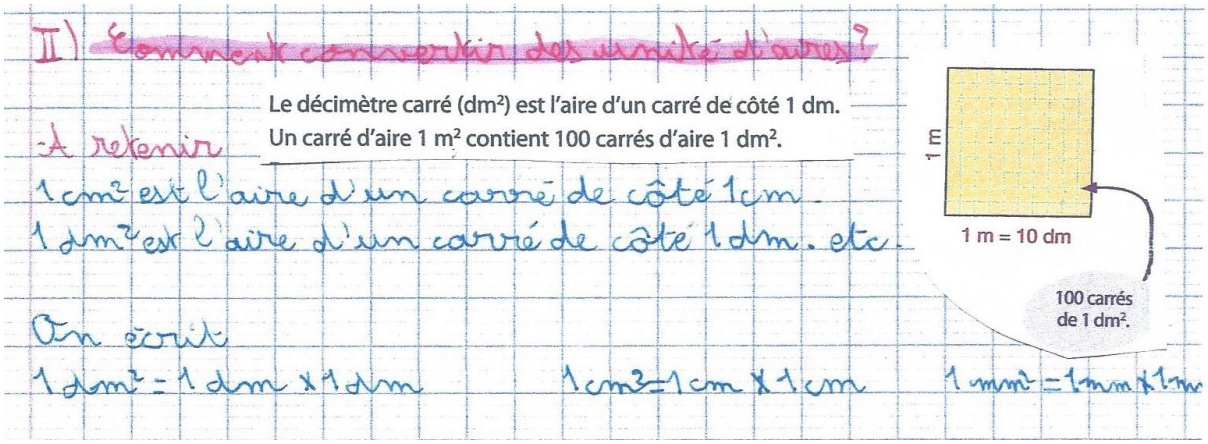


Figure 44. Leçon n°11 paragraphe 1

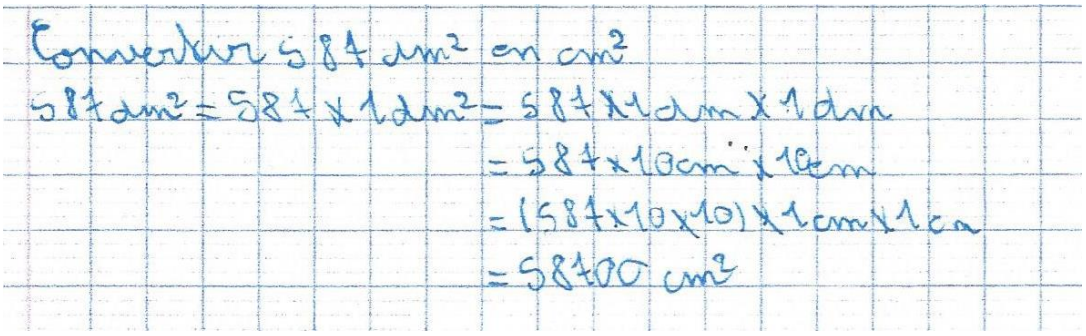
Le paragraphe 1 de la leçon fait intervenir T_5 et $\boldsymbol{\tau_5}$ qui consiste à sommer les longueurs successives composant le périmètre du quadrilatère ABCD. Une conversion d'unités de longueurs relevant de T_7 est nécessaire pour cet exemple. Le professeur y_3 utilise les nombres concrets.

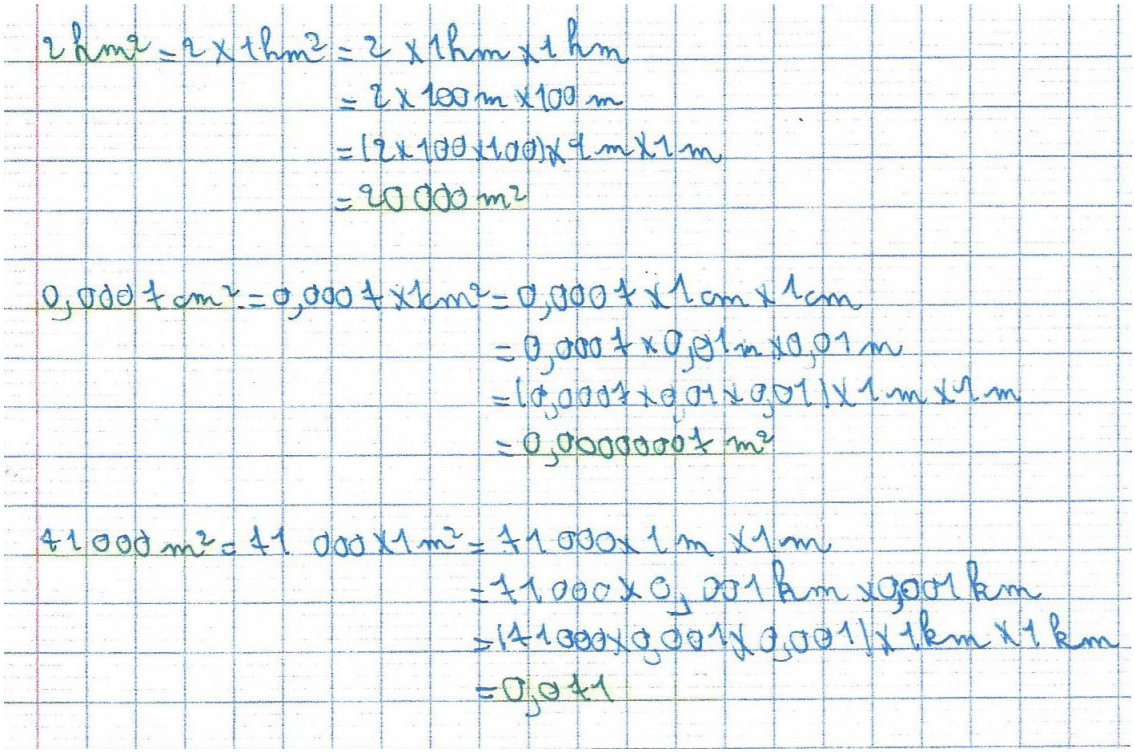
Le paragraphe 2

Le paragraphe 2 engage T_8 « convertir des unités d'aires ». Le paragraphe commence par l'énonciation de l'élément technologique « le carré d'aire 1 m^2 contient 100 carrés d'aire 1 dm^2 » qui est illustré par un schéma et les égalités 1 dm^2 = 1 dm × 1 dm ; 1 cm^2 = 1 cm × 1 cm ; 1 mm^2 = 1 mm × 1 mm.



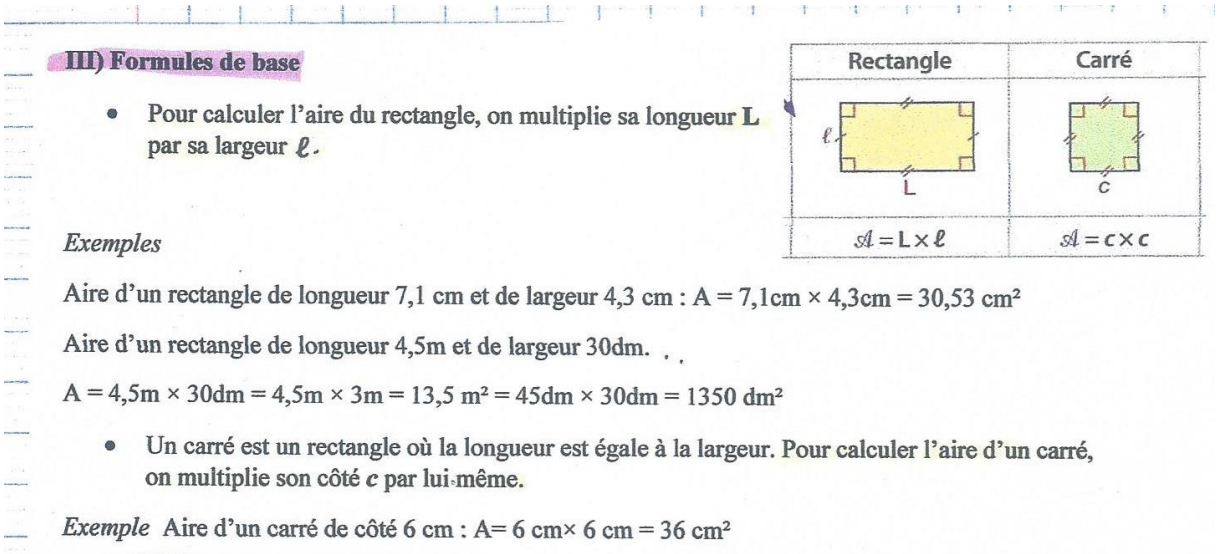
Quatre spécimens du type de tâches T_8 sont exposés à la suite. La technique utilisée est celle employant des nombres concrets et des égalités d'unités de longueurs, technique désignée précédemment par τ_{84}. Deux exemples font intervenir des nombres entiers et deux autres des nombres décimaux non entiers. De plus, deux exemples amènent à des conversions en sous-multiples (des dm^2 en cm^2 et des hm^2 en m^2) et deux autres à des sur-multiples (des cm^2 en m^2 et des m^2 en km^2).





Le paragraphe 3

Le paragraphe 3 débute par le rappel d'éléments technologiques : la formule de calcul des aires du rectangle et du carré, le carré étant envisagé comme un cas particulier du rectangle. Il est suivi de deux exemples de tâches appartenant à T_{6R} « calculer l'aire d'un rectangle » dont l'une comporte un changement d'unités et d'un exemple de T_{6C} « calculer l'aire d'un carré ». Les lettres sont reportées sur la figure et leur signification explicitée à l'aide d'une phrase. L'aire du rectangle et du carré sont considérées comme postulats de base pour justifier les autres formules (parallélogramme, triangle et disque).



III) Formules de base

- Pour calculer l'aire du rectangle, on multiplie sa longueur **L** par sa largeur ℓ.

Rectangle	Carré
$\mathcal{A} = L \times \ell$	$\mathcal{A} = c \times c$

Exemples

Aire d'un rectangle de longueur 7,1 cm et de largeur 4,3 cm : A = 7,1cm × 4,3cm = 30,53 cm²

Aire d'un rectangle de longueur 4,5m et de largeur 30dm. . .

A = 4,5m × 30dm = 4,5m × 3m = 13,5 m² = 45dm × 30dm = 1350 dm²

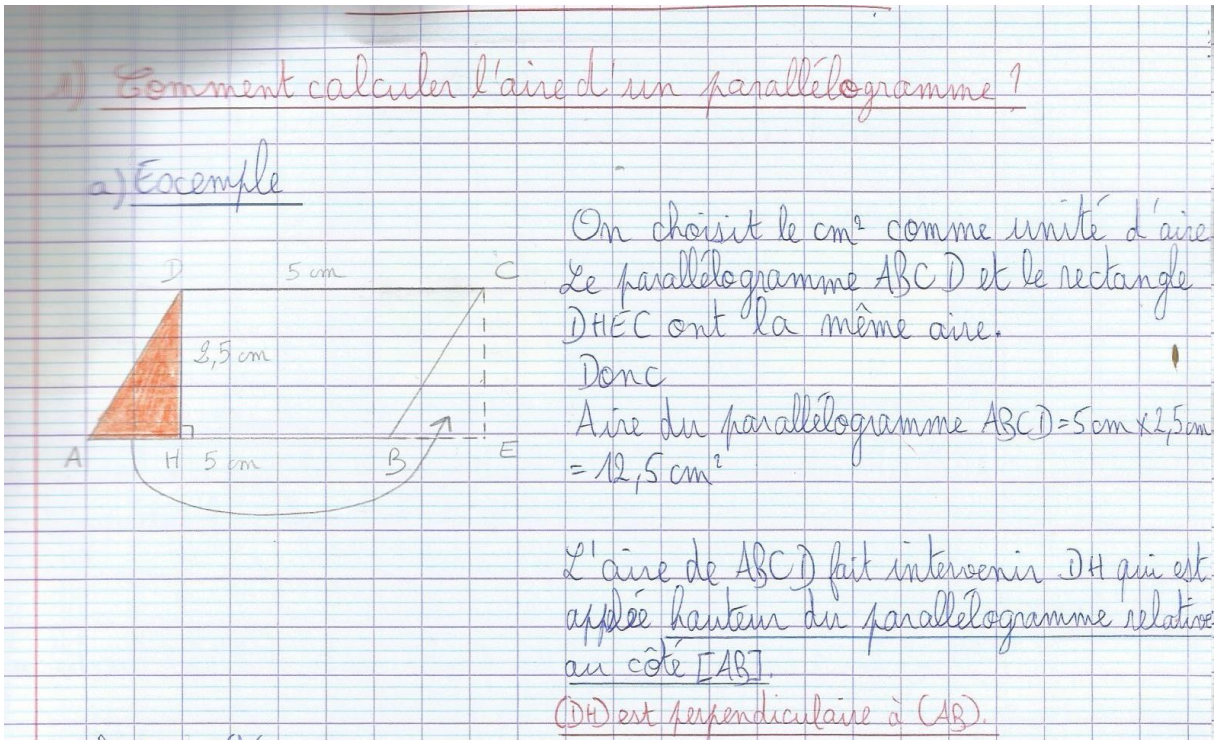
- Un carré est un rectangle où la longueur est égale à la largeur. Pour calculer l'aire d'un carré, on multiplie son côté c par lui-même.

Exemple Aire d'un carré de côté 6 cm : A= 6 cm× 6 cm = 36 cm²

Figure 45. Paragraphe 3 de la leçon 11

Le paragraphe 4

Le paragraphe 4 porte sur le calcul de l'aire du parallélogramme et du triangle.



1) Comment calculer l'aire d'un parallélogramme ?

a) Exemple

On choisit le cm² comme unité d'aire. Le parallélogramme ABCD et le rectangle DHEC ont la même aire.

Donc

Aire du parallélogramme ABCD = 5cm × 2,5cm = 12,5 cm²

L'aire de ABCD fait intervenir DH qui est appelée hauteur du parallélogramme relative au côté [AB].

(DH) est perpendiculaire à (AB).

Il débute par une tâche appartenant à T_{6P}, calculer l'aire d'un parallélogramme. Il est résolu par découpage et recollement du triangle orange sur la figure ci-dessus et permet d'introduire la « hauteur » du parallélogramme, comme un objet nécessaire au calcul de l'aire. La leçon se poursuit par l'énoncé d'un élément technologique, la formule de l'aire du parallélogramme. Il est accompagné d'un texte explicitant la formule. Deux figures sont réalisées faisant apparaître la hauteur à l'intérieur et à l'extérieur du parallélogramme. La signification des lettres est explicitée ; elles sont reportées sur la figure.

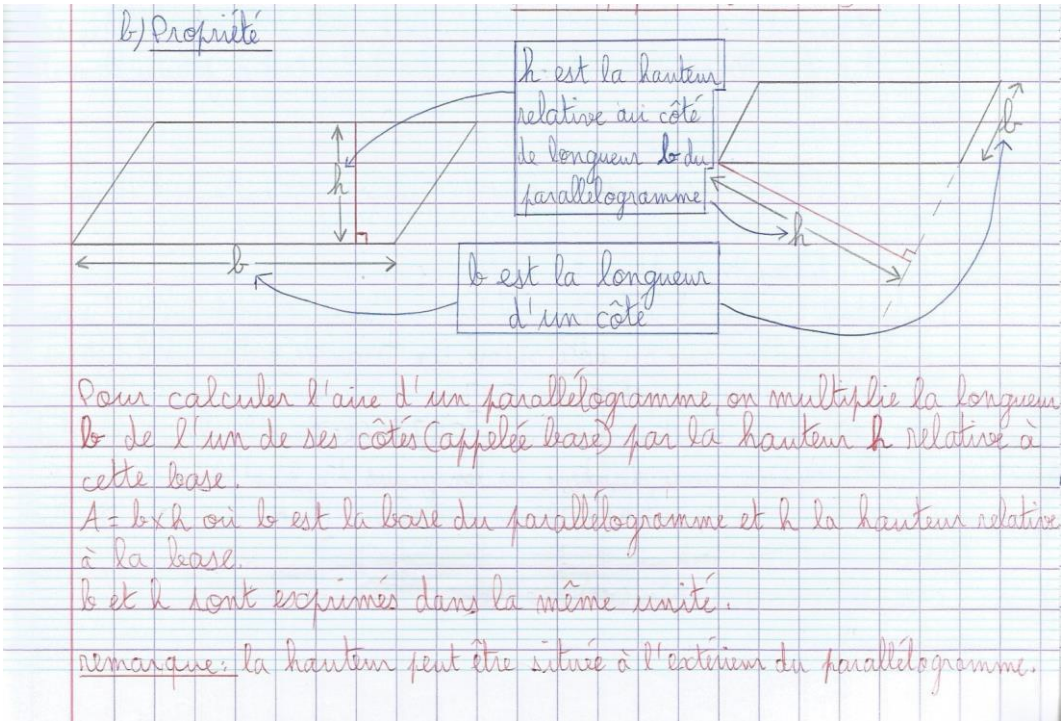


Figure 46. Leçon 11 Aire du parallélogramme

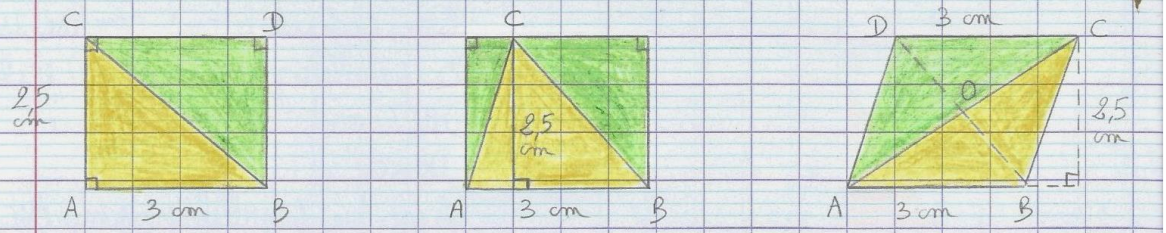
Un deuxième paragraphe fournit une réponse à la question « comment calculer l'aire d'un triangle ? »

Il débute par trois tâches appartenant à T_{6T} « calculer l'aire d'un triangle ». Le premier exemple porte sur un triangle rectangle, le deuxième sur un triangle acutangle et le troisième sur triangle obtusangle. Les trois tâches sont résolues en faisant apparaître l'aire d'un parallélogramme comme sur-figure et d'aire double de celle du triangle. Dans les deux premiers cas, le parallélogramme est plus particulièrement un rectangle. La technique s'appuie sur la technologie θ_3 : la décomposition du parallélogramme en deux sous-figures qui sont ici deux triangles isométriques.

2) Comment calculer l'aire d'un triangle ?

a) Exemples

Comment calculer l'aire du triangle ABC ? On choisit le cm^2 comme unité d'aire.



ABC est rectangle en A

La hauteur de ABC est à l'intérieur du triangle

La hauteur de ABC est à l'extérieur du triangle.

Dans les 3 cas, l'aire de la partie verte et l'aire du triangle ABC en jaune sont égales.
L'aire du triangle ABC en jaune est égale à la moitié du rectangle ou du parallélogramme formé par les deux parties jaunes et vertes.

Aire ABC = Aire (ABC) = 3 cm × 2,5 cm ÷ 2 = 7,5 cm^2 ÷ 2 = 3,75 cm^2.

Figure 47. Aire du triangle, trois exemples

Suit un ingrédient technologique : la définition des hauteurs d'un triangle accompagné par le tracé des trois hauteurs d'un triangle.

b) Hauteurs d'un triangle

Une hauteur d'un triangle est la droite passant par un sommet et perpendiculaire au côté opposé. Un triangle a donc 3 hauteurs. Ici (AI) est la hauteur relative à [BC].
(BJ) est la hauteur relative à [AC] et (KC) est la hauteur relative à [
On appelle aussi hauteur les longueurs AI, BJ et KC.

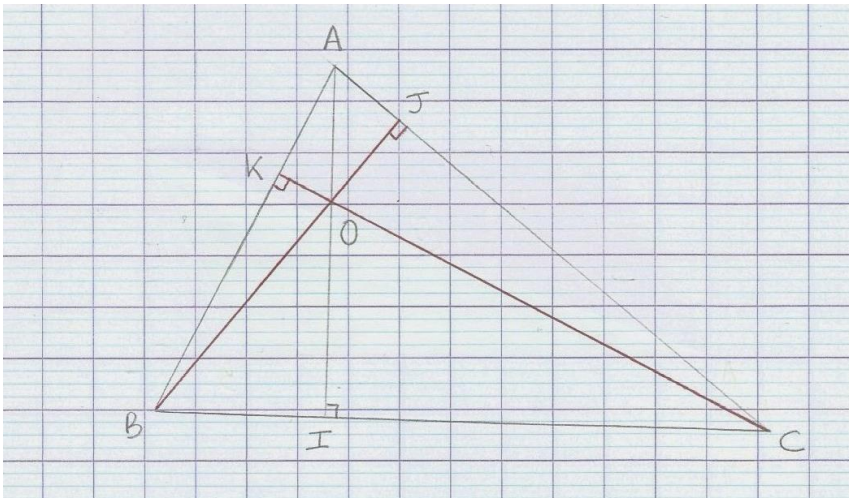
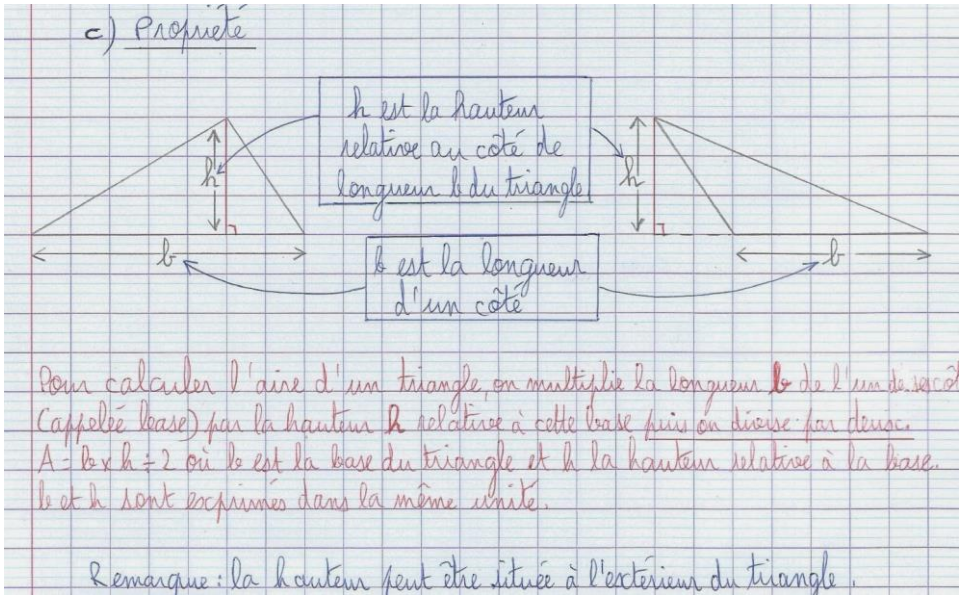
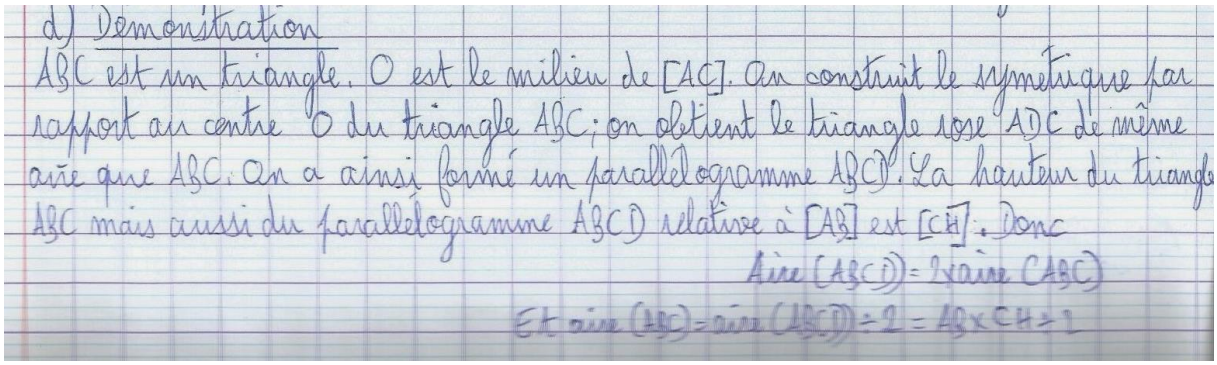


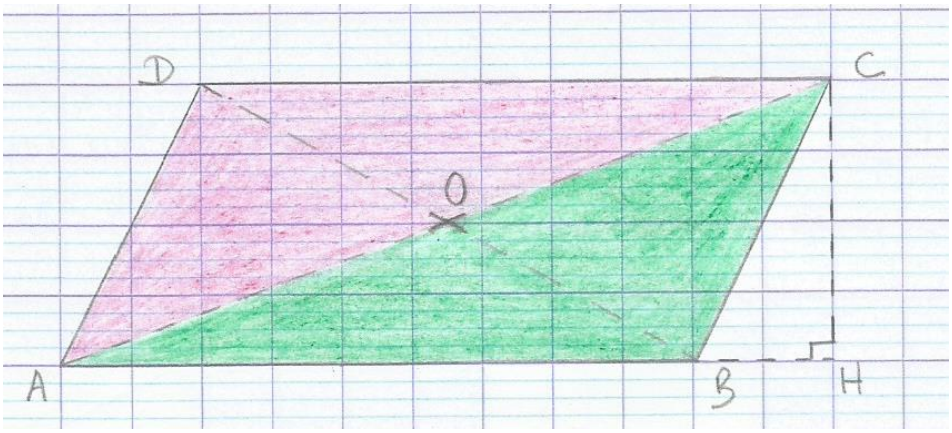
Figure 48. Définition des hauteurs du triangle

Enfin, il vient la formule de calcul de l'aire du triangle. Deux figures sont tracées : un triangle avec une hauteur intérieure et l'autre avec une hauteur extérieure. Les lettres sont reliées par des flèches à leur signification ; une phrase explicite la formule et, de fait, la technique de calcul.



Le paragraphe se termine par la démonstration s'appuyant sur l'aire du parallélogramme d'aire double.





Le paragraphe 5

Le paragraphe 5 a pour objet T_{5D} « calculer le périmètre d'un cercle » et T_{6D} « calculer l'aire d'un disque ». Pour T_{5D}, la leçon débute par la formule du périmètre à partir du rayon, puis se poursuit par deux tâches. Les valeurs exactes et arrondies au centième sont données.

V) Périmètre du cercle et aire du disque

1) Périmètre du cercle

Le périmètre du cercle de rayon R est donné par $P = 2 \times \pi \times R$.

Exemples

- Périmètre d'un cercle de rayon 6,4 cm

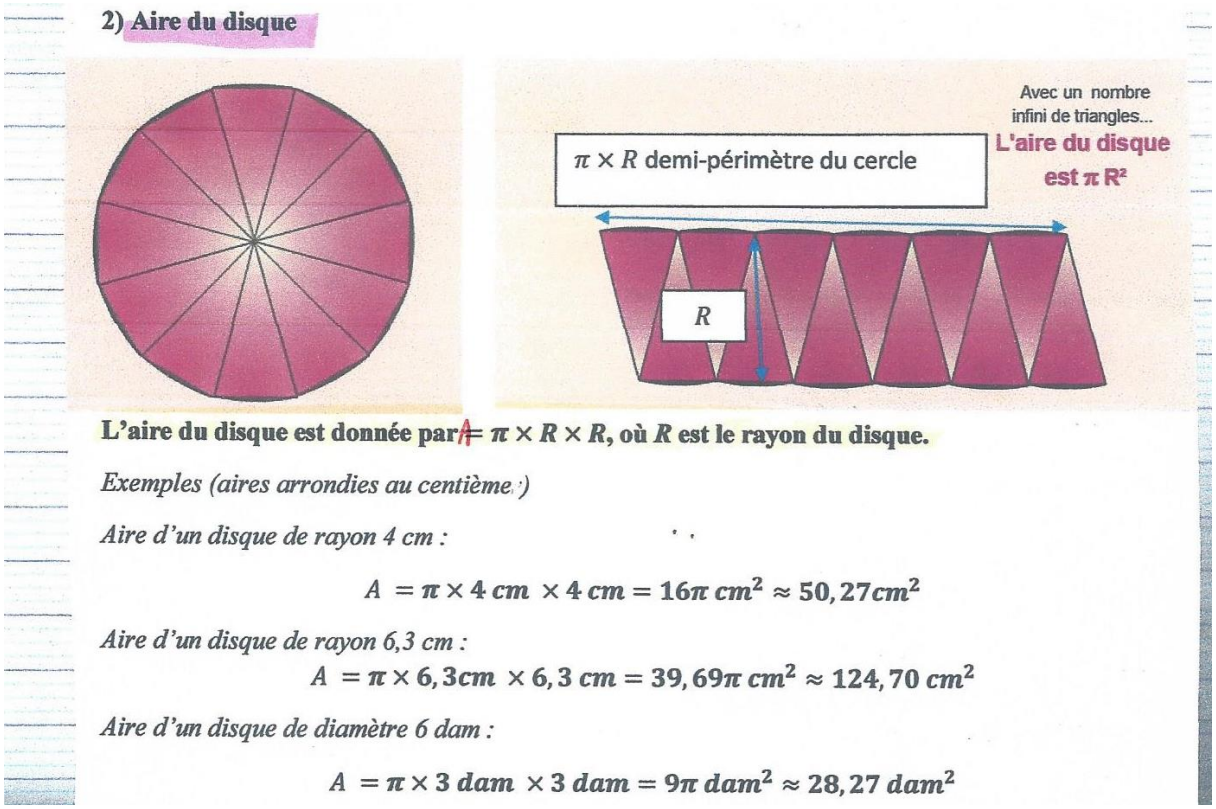
$P = 2 \times \pi \times 6,4\ cm = 12,8\ \pi\ cm \approx 40,21\ cm$ ***(arrondi au centième)***

- Périmètre d'un cercle de diamètre 3 cm. Son rayon est de 1,5 cm.

$P = 2 \times \pi \times 1,5\ cm = 3\ \pi\ cm \approx 9,42 cm$ ***(arrondi au centième)***

Figure 49. Paragraphe 5 1) de la leçon 11

Pour l'aire du disque, le paragraphe commence par deux figures montrant le découpage du disque, à la manière d'Archimède, et justifiant la formule $A = \pi \times R \times R$. Les schémas sont suivis de la formule et de trois exemples de tâches appartenant à T_{6D}. Pour le premier, le rayon est entier, pour le deuxième le rayon est décimal non entier. Le dernier concerne un exemple de calcul à partir du diamètre. Les valeurs exactes et arrondies au centième sont données.



6.4.3.4 Etude des exercices associés à la leçon n°11

Dans le corpus d'exercices permettant de déterminer des périmètres, on trouve 13 calculs (Annexe 31) dont un exemple a pour objet un carré, un autre concerne un rectangle, un triangle, un parallélogramme et un losange. On trouve de manière plus fréquente les cercles qui sont 8 fois présents.

Types de tâches	T_5 périmètre	T_{5D} périmètre d'un cercle	Total
Technique	**5** Faire la somme des longueurs	**τ_5** Appliquer la formule 2×π×R	
Technologie Théorie	Définition du périmètre Θ_L	Formule 2×π×R Θ_L	
Nombre d'exemplaires	5	8	13

On trouve 3 exemplaires de calculs d'aires T_6 par comptage d'unités d'aires, technique **τ_{61}**. L'unité est chaque fois différente : l'aire d'un carreau, puis d'un demi-carreau puis de deux carreaux.

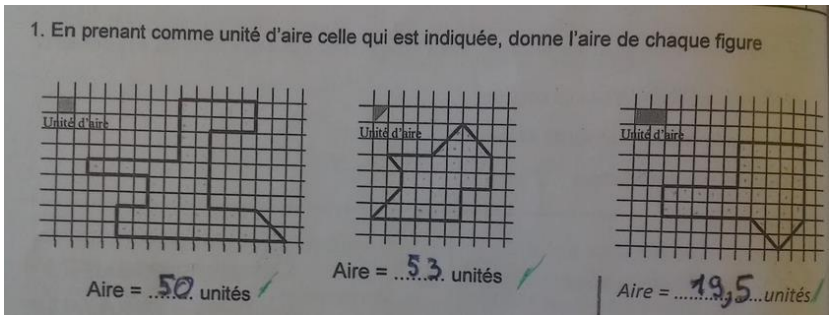


Figure 50. Exercice de y_3 par comptage d'unités d'aires

Types de tâches	T_6
Technique	L'unité est donnée par l'énoncé. Compter le nombre d'unités d'aires grâce au quadrillage.
Technologie et Théorie	La mesure de l'aire est égale au nombre d'unités comptées. Θ_L
Nombre d'exemplaires	3

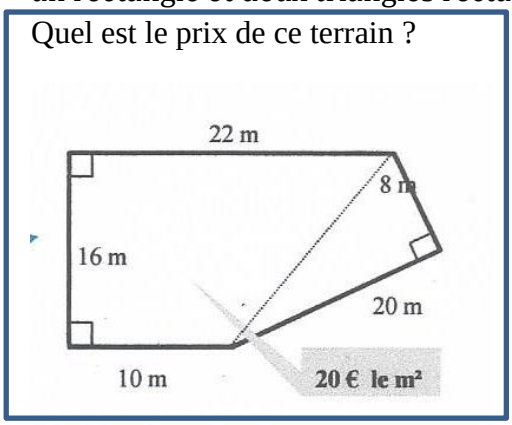
En ce qui concernent les aires, par application de formules, on compte les différentes tâches effectuées appartenant à $T_{6C}, T_{6R}, T_{6T}, T_{6D}, T_{6P}$: calculer l'aire respectivement d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque, d'un parallélogramme et T_9 « calculer l'aire d'une figure en la décomposant de plusieurs figures usuelles ».

Types de tâches	T_{6C} aire carré	T_{6R} aire rectangle	T_{6T} aire triangle	T_{6D} aire disque	T_{6P} aire parallélogramme	T_9	Total
Technique	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{63} appliquer la formule	τ_{91} décomposer la figure en aires de sous-figures et en faire la somme. ou τ_{92} avec une différence	
Technologie	formule $c \times c$ Θ_L	formule $L \times l$ Θ_L	formule $b \times h \div 2$ Θ_L	formule $\pi \times R \times R$ Θ_L	formule $b \times h$ Θ_L	figure équidécomposable θ_1 Θ_H puis Θ_L	
Nombre d'exemplaires	1	1	11	7	5	8	33

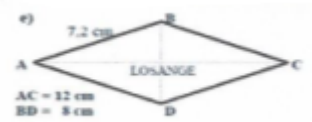
On peut décrire plus précisément les 8 tâches appartenant à T_9 (annexe 31). Six de ces exercices appartiennent à un polycopié intitulé « Tour du monde » et concernent

différents pays. Utilisant la technique τ_{91}, décomposer en sous-figures et ajouter les aires obtenues, on trouve 4 exercices composés de :

- un rectangle et deux triangles rectangles (n°6 page 30)



- aire d'un losange



- un rectangle et deux parallélogrammes (exercice de l'Amérique du Sud)
- un rectangle et un triangle (exercice des Etats-Unis)
- un rectangle et deux triangles (exercice de la Chine).

La technique τ_{92} consiste à faire intervenir une sur-figure et la figure recherchée pour utiliser une différence d'aires usuelles. On trouve dans le corpus d'exercices :

- l'aire d'un cercle moins l'aire d'un rectangle (exercice du Canada)
- l'aire d'un rectangle moins l'aire de triangles (exercice de la République Tchèque)
- l'aire d'un carré moins l'aire de 5 carrés (exercice de la Suisse).

Pour le type de tâches « changer d'unités d'aires » T_8, on trouve 15 exemplaires dont 8 portent sur des nombres entiers (Annexe 31).

6.4.3.5 Les questions de la classe

Au cœur des Parcours d'Etude et de Recherche, se trouve une dynamique de questions qui produisent une avancée du parcours qu'elles jalonnent. Des questions dans la classe de y_3 sont soulevées sur le thème du calcul d'aires. Un dispositif est créé à cet effet. Un groupe de trois filles est chargé dans la classe de noter au fur et à mesure la liste des questions issues du « collectif classe » ; questions qui se posent au fil des recherches. Elles les écrivent sur une feuille A3, affichée sur un panneau dans la classe. Ce ne sont évidemment pas toutes les questions posées par le collectif lors de l'étude mais ce sont celles qui sont jugées problématiques par la classe à un instant *t*. Le groupe classe a pour objectif de les résoudre. Elles ne sont certainement pas problématiques pour tous les élèves de la classe, mais pour une partie non négligeable des élèves. Les formulations sont celles proposées par les élèves. Voici les questions :

- Comment calculer l'aire d'un carré ?
- Comment calculer l'aire d'un rectangle ?
- Comment calculer l'aire d'un trapèze ?
- Comment calculer l'aire d'un rectangle ?
- Comment calculer l'aire d'un triangle isocèle ? équilatéral ? quelconque ?
- D'un parallélogramme ?
- Pourquoi ne pas multiplier la hauteur par le côté ?
- Comment calculer l'aire d'un disque ?

Au sujet de l'aire du disque :

- Qu'est-ce que le nombre π ?
- Comment calculer avec π ?
- Peut-on faire des carreaux ?

Au sujet des conversions :

- Comment transformer des km^2 en cm^2 ?
- Pourquoi 2 colonnes dans le tableau ?
- Comment faire avec des virgules ?

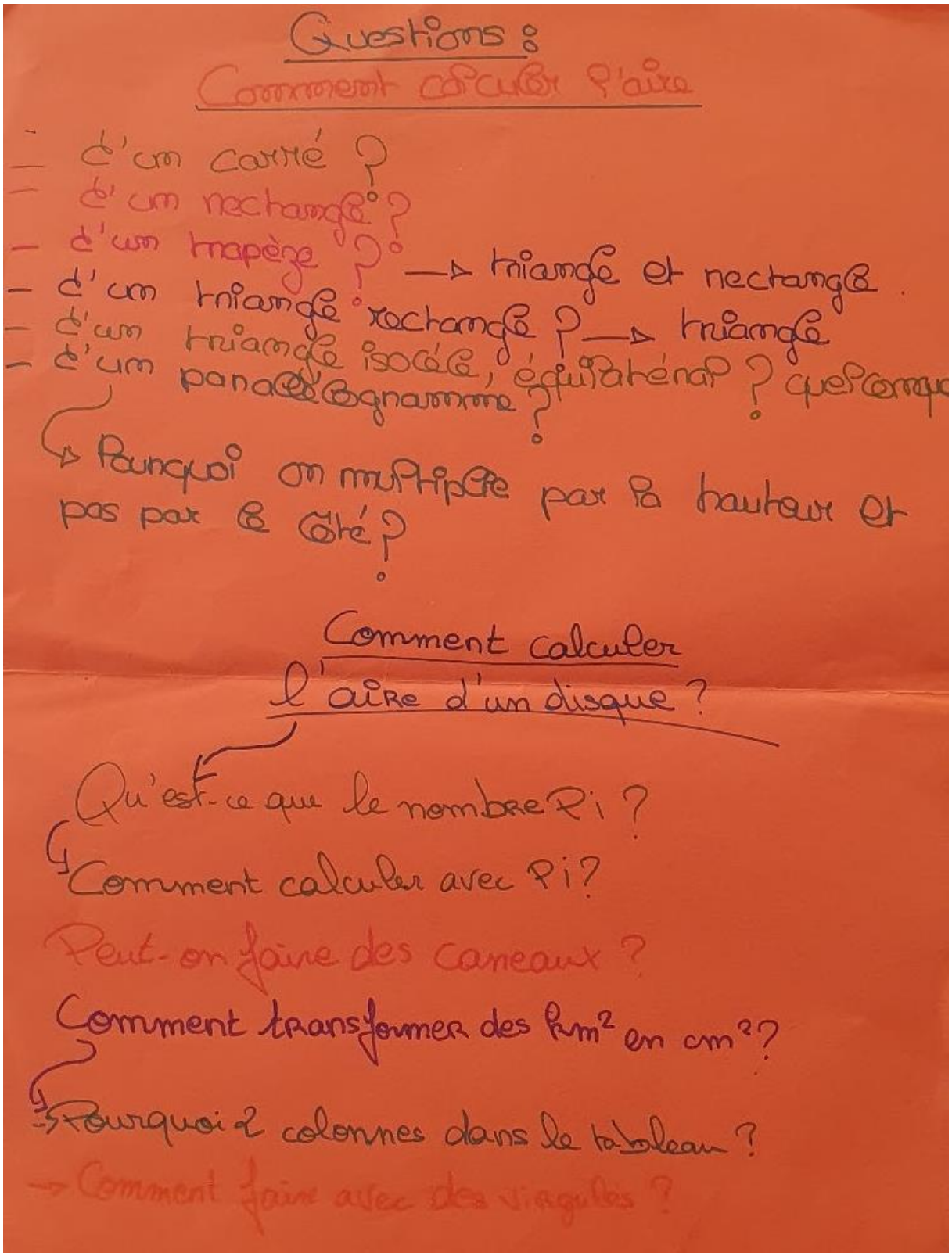
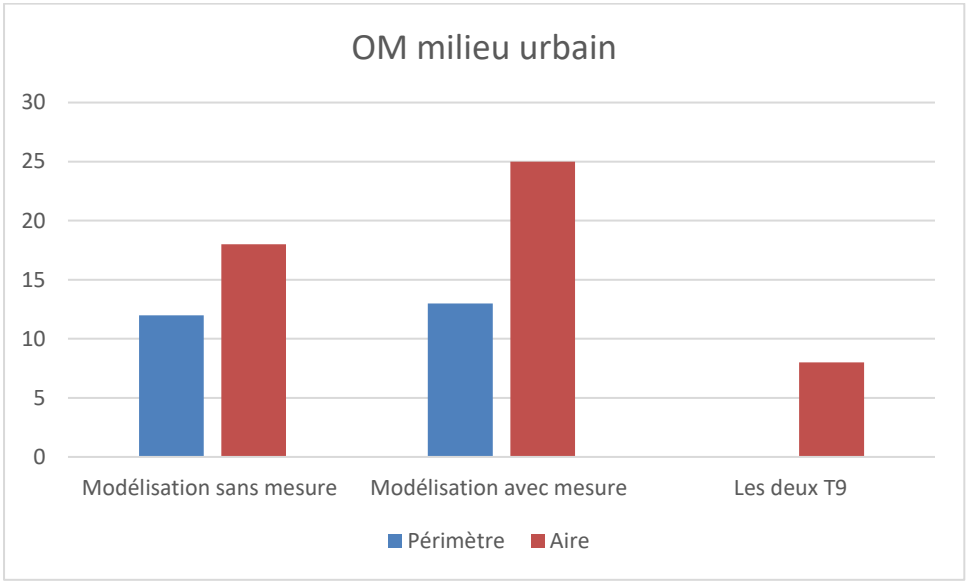


Figure 51. Questions de la classe de y_3

6.4.3.5 Bilan sur l'organisation mathématique

On récapitule ici ce qui concerne l'organisation mathématique travaillée dans la classe de y_3. Les tâches faisant intervenir la modélisation des grandeurs avec et sans mesure sont, en nombre, presque équilibrées. On trouve cependant un peu moins de tâches

inscrites dans la modélisation sans mesure. De plus, par comparaison avec les autres classes, les exercices engageant T_9 sont plus nombreux. Il s'agit d'exercices plus difficiles où l'aire de la figure est à décomposer sous la forme de plusieurs calculs d'aires usuelles, puis à les ajouter ou soustraire. En classe, les élèves de y_3 sont donc confrontés plus souvent à la difficulté.

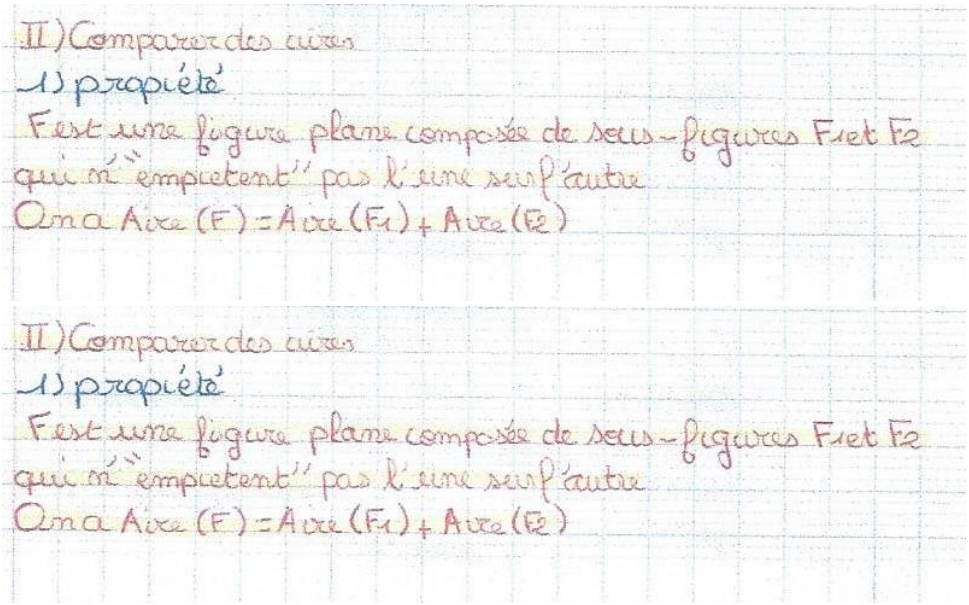


Quasi-équilibre des deux modélisations

Davantage de tâches appartenant à T_9

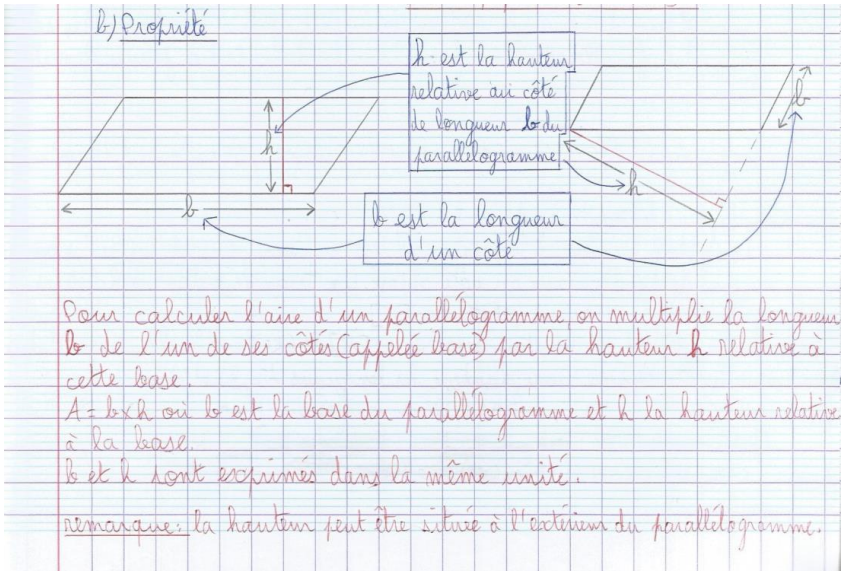
6.4.3.6 Liste des œuvres dans la classe de y_3

Œuvre O_{1A} Bloc technologico-théorique sans mesure

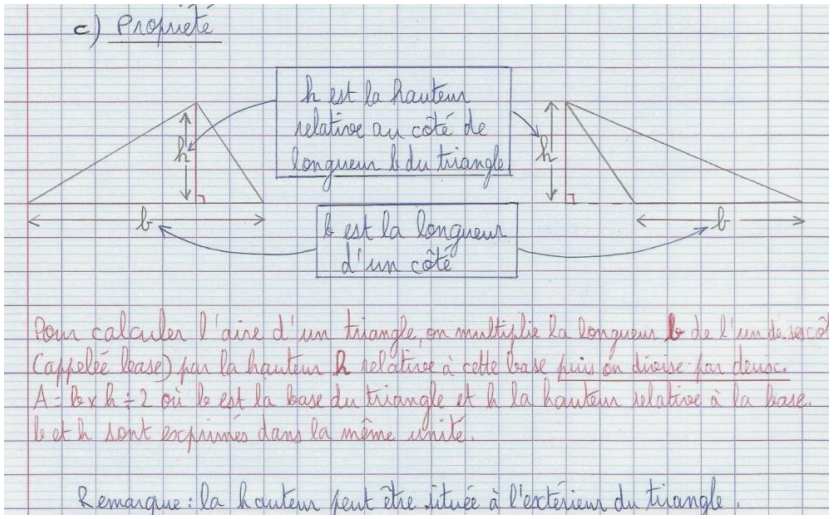


Œuvre O1B Bloc technologico-théorique avec mesure

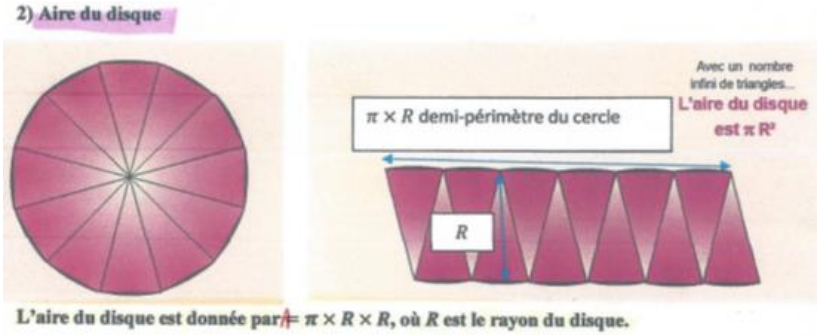
Aire du parallélogramme



Aire du triangle



Aire du disque



Périmètre du cercle

1) Périmètre du cercle

Le périmètre du cercle de rayon R est donné par $P = 2 \times \pi \times R$.

***Œuvre O2A* Bloc pratico-technique sans mesure**

Les 4 exemples sur les aires

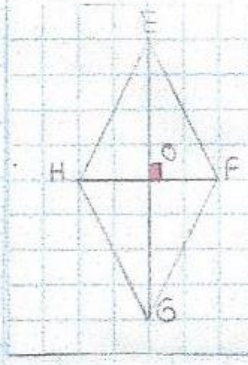
Comparer les aires de ...

Exemple 1 ABCD et ABD



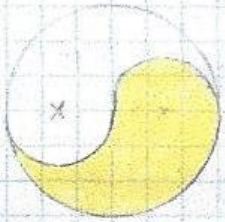
Aire de ABCD = Aire ABD + aire BCD
Or aire ABD = Aire BCD
Donc l'aire de ABCD est deux fois plus grande que l'aire de ABD.

Exemple 2 EFGH et EHO

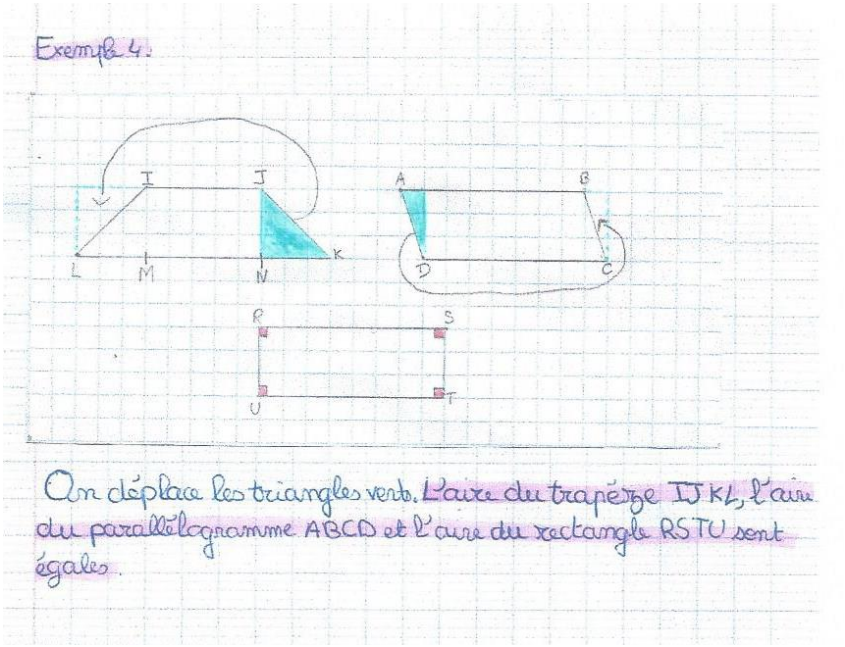


Aire EFGH = Aire EOF + aire EOH + aire OFG + aire HOG
Or les quatre triangles sont égaux. Ils ont la même aire. L'aire de EFGH est 4 fois plus grande que l'aire de EHO.

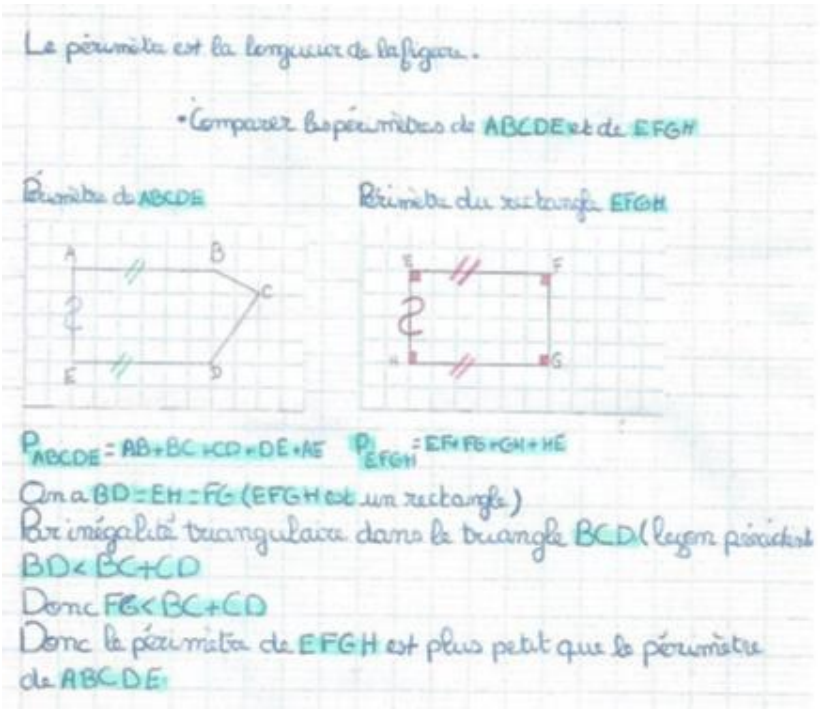
Exemple 3 Aire partie jaune et l'aire du grand duc



L'aire de la partie jaune est égale à l'aire de la partie blanche. L'aire du duc est deux fois plus grande que l'aire de la partie jaune

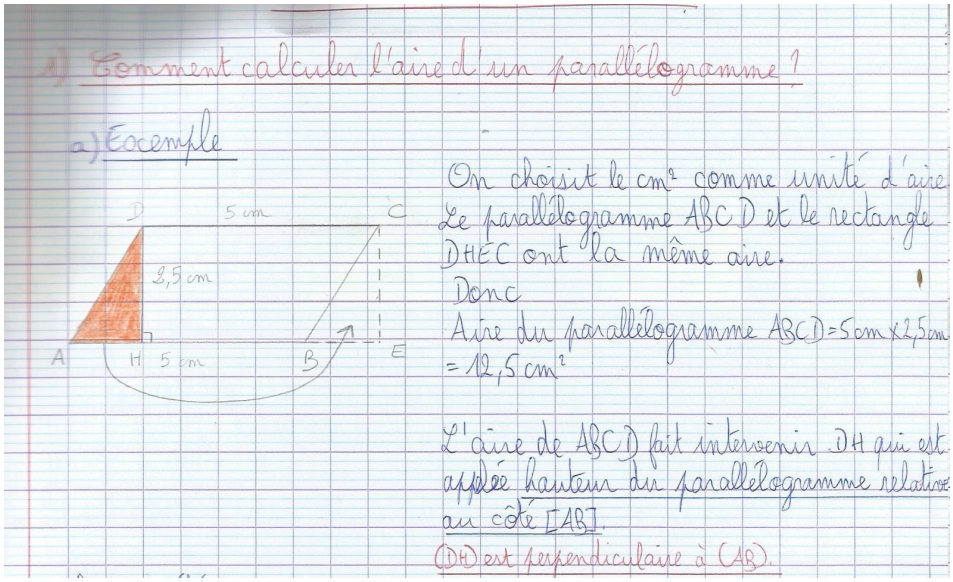


Sur les périmètres

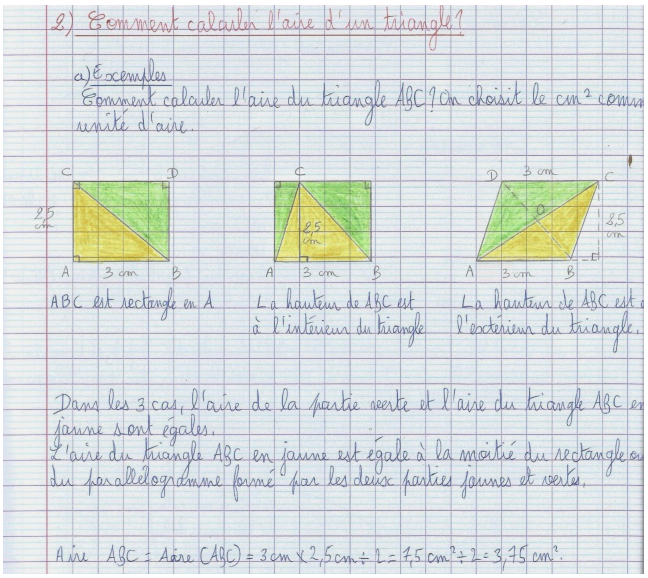


Œuvre O2B Bloc pratico-technique avec mesure

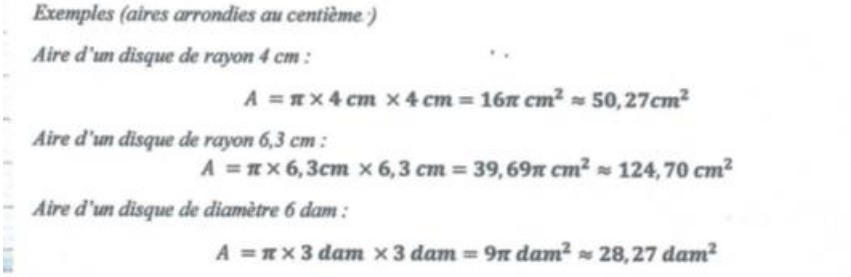
Aire du parallélogramme



Aire du triangle



Aire du disque



Exemples (aires arrondies au centième)

Aire d'un disque de rayon 4 cm :

$$A = \pi \times 4\ cm \times 4\ cm = 16\pi\ cm^2 \approx 50,27 cm^2$$

Aire d'un disque de rayon 6,3 cm :

$$A = \pi \times 6,3 cm \times 6,3\ cm = 39,69\pi\ cm^2 \approx 124,70\ cm^2$$

Aire d'un disque de diamètre 6 dam :

$$A = \pi \times 3\ dam \times 3\ dam = 9\pi\ dam^2 \approx 28,27\ dam^2$$

Périmètre du cercle

Exemples (aires arrondies au centième :)

Aire d'un disque de rayon 4 cm :

$$A = \pi \times 4\,cm \times 4\,cm = 16\pi\,cm^2 \approx 50,27 cm^2$$

Aire d'un disque de rayon 6,3 cm :

$$A = \pi \times 6,3cm \times 6,3\,cm = 39,69\pi\,cm^2 \approx 124,70\,cm^2$$

Aire d'un disque de diamètre 6 dam :

$$A = \pi \times 3\,dam \times 3\,dam = 9\pi\,dam^2 \approx 28,27\,dam^2$$

Exemples

- Périmètre d'un cercle de rayon 6,4 cm

$$P = 2 \times \pi \times 6,4\,cm = 12,8\,\pi\,cm \approx 40,21\,cm\ (\textbf{arrondi au centième})$$

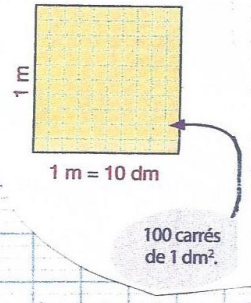
- Périmètre d'un cercle de diamètre 3 cm. Son rayon est de 1,5 cm.

$$P = 2 \times \pi \times 1,5\,cm = 3\,\pi\,cm \approx 9,42cm\ (\textbf{arrondi au centième})$$

O₃ Convertir bloc technologico-théorique

II) Comment convertir des unités d'aires ?

Le décimètre carré (dm²) est l'aire d'un carré de côté 1 dm.
Un carré d'aire 1 m² contient 100 carrés d'aire 1 dm².



À retenir
1 cm² est l'aire d'un carré de côté 1 cm.
1 dm² est l'aire d'un carré de côté 1 dm. etc.

On écrit
1 dm² = 1 dm × 1 dm 1 cm² = 1 cm × 1 cm 1 mm² = 1 mm × 1 mm

O₄ Convertir bloc pratico-technique

Convertir 587 dm² en cm²
587 dm² = 587 × 1 dm² = 587 × 1 dm × 1 dm
= 587 × 10 cm × 10 cm
= (587 × 10 × 10) × 1 cm × 1 cm
= 58700 cm²

En se servant de la même technique, trois autres exemples sont présents : convertir 2 hm^2 en m^2 ; 0,0007 cm^2 en m^2 ; 71 000 m^2 en km^2.

O_5 Discussions informelles ou avec une aide à l'étude (camarade, famille) sur les mathématiques.

O_6 Feuille de brouillon.

O_7 Calculette.

O_8 Le nombre π

O_9 Exercices sur internet provenant de la famille.

O_{10} Exercices supplémentaires provenant de la famille.

O_{11} Convertir des unités simples, de longueurs, d'aires.

O_{12} Calculer l'aire d'une figure.

O_{13} Calculer le périmètre d'une figure.

O_{14} Formules de calculs d'aires.

6.5 Analyse des entretiens des élèves de y_3

Des entretiens ont été réalisés avec six élèves de cinquième de la classe de y_3. Ces élèves ont suivi un enseignement construit à partir d'Activités d'Etude et de Recherche. Sirejacob, qui a travaillé sur les équations au collège, avait déjà perçu que le rôle du professeur allait avoir un impact dans les techniques d'étude personnelles, notamment lorsque l'enseignement est réalisé par Parcours d'Etude et de Recherche. Il pose l'hypothèse, dans sa thèse en 2017 suivante :

> Un Parcours d'Etude et de Recherche relatif aux équations prenant en compte les besoins d'apprentissages des élèves en algèbre, les principaux éléments de la référence épistémologique relative aux équations, qui articule le travail des OM locales de l'OM de référence et celui des praxéologies d'étude supposées favoriser une activité mathématique idoine, avec des effets sur la construction des rapports personnels des élèves aux équations. (Sirejacob, 2017, p.432)

Plus loin, dans sa conclusion, on peut lire page 440 :

> Nous ne pouvons cependant pas tirer de conclusion définitive de l'expérimentation. Selon, l'échelle de temps était trop courte, les pratiques de l'enseignant encore trop éloignées de celles requises pour la mise en œuvre du PER, pour pouvoir confirmer ou infirmer nos hypothèses de recherche. (Ibid., p.440)

Nous avons ainsi cherché à appréhender le milieu d'étude construit par des élèves enseignés par PER. Il s'agit d'Alizée et Alice, deux élèves d'un bon niveau en mathématiques, puis de Calypso et Louis d'un niveau moyen. Pour finir Emmanuel et Léa,

d'un niveau faible, ont répondu aux questions lors d'entretiens. Le dispositif de recherche se compose comme précédemment d'un entretien ante puis post-contrôle (Annexe 33). Les copies sont disponibles en annexe 32 et le sujet en annexe 30.

6.5.1 le milieu d'étude d'Alizée (18,5/20)

6.5.1 a Les œuvres du milieu d'étude d'Alizée (18,5/20)

Le milieu d'étude d'Alizée $M_{Alizée}$ contient : $\{ \boldsymbol{O_{12}} ; \boldsymbol{O_{13}}; \boldsymbol{O_{1A}}; \boldsymbol{O_{1B}}; \boldsymbol{O_{2A}}; \boldsymbol{O_{2B}}; \boldsymbol{O_{14}} ; \boldsymbol{exercices\ de\ Devoir\ Maison} \}$

- $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$

Alizée a identifié les objets « aires » et « périmètres » à réviser.

> C : Quelle leçon ?
> E : Les aires et les périmètres.

Elle parle aussi de « formes à calculer », en indiquant qu'il s'agit du cercle et du parallélogramme. Elle utilise le verbe « calculer » mais ne précise pas s'il s'agit de l'aire ou du périmètre.

> C : Alors quelle forme ?
> E : Le cercle
> C : Oui.
> E : Et euh le parallélogramme.

Elle n'évoque pas les conversions d'unités. Dans l'entretien post, elle explique qu'elle considère que les conversions d'unités d'aires appartiennent à des praxéologies anciennes, vues dans les années antérieures. Alizée révise uniquement sur le cahier de leçon.

- $\boldsymbol{O_{1A}}$ et $\boldsymbol{O_{1B}}$ partie leçon-bloc technologico-théorique

Elle lit la leçon concernant les blocs technologico-théoriques.

- $\boldsymbol{O_{2A}}$ et $\boldsymbol{O_{2B}}$ partie leçon bloc pratico-technique

Elle refait mentalement les exemples corrigés de la leçon. Alizée va donc, à partir de la leçon, travailler des exemples d'exercices et, à cette occasion, les différents types de tâches.

- $\boldsymbol{O_{14}}$ les formules d'aires

Elle apprend les formules et vérifie qu'elle les connaît.

- Devoirs maison

Elle se sert des devoirs à la maison pour parfaire ses techniques et évaluer son rapport personnel aux objets à étudier avant le contrôle. Ses devoirs à la maison sont vérifiés par ses parents, qui l'aident à se corriger.

> E : Et puis les DM aussi ça aide pour savoir si on a compris avant le contrôle.
> C : D'accord. Tu reprends tes DM pour réviser les contrôles ?
> E : Non. C'est juste que je sais que je sais faire.

6.5.1.b. Noyaux cognitifs d'Alizée et situations possiblement didactiques

Les conditions C d'étude d'Alizée sont favorables. Elle étudie dans sa chambre. Son temps est organisé. Alizée étudie de façon à ne pas trop se laisser dépasser par les échéances propres au travail qui lui est demandé. Elle sait d'expérience que temps didactique et temps d'apprentissage sont en décalage et essaie de réduire cet écart.

> C : Tu avais commencé avant de réviser ou pas ?
> E : euh …non…non… j'apprends au fur et à mesure. Si il y a quelque chose que je comprends pas je le règle tout de suite.

Au sein de son noyau cognitif, elle évalue la maîtrise qu'elle a des organisations mathématiques et reprend l'étude au cas où elle l'estime insuffisante. Le verbe « régler », utilisé par Alizée, est révélateur. Elle montre qu'elle se met en règle avec l'institution. Dans le milieu créé par Alizée, un noyau cognitif $\tilde{n}$ se dessine. On a $\tilde{n} = (Alizée, O, I, p_E, Alizée)$ où $I = \{Alizée\}$.

Alizée est sa propre instance évaluatrice. Lors des révisions du contrôle, c'est elle qui vérifie si elle connaît les formules et si elle sait refaire les exemples de la leçon. Pour cela, elle les refait mentalement, puis vérifie à partir de la correction qui figure sur son cahier.

Elle explique aussi que reprendre les exemples est une technique visant à se les remettre en mémoire. Elle débute l'exercice et vérifie qu'elle a le bon calcul. Elle ne se soucie pas du résultat. Il s'agit donc bien de la méthode générale de l'exercice qu'elle vérifie et non son résultat numérique. Elle perçoit derrière l'exemple de la leçon, un type d'exercice, un type de tâches. Elle déclare se rappeler des « méthodes ».

> E : Non ! Dans ma tête. Je regarde surtout au début si je sais démarrer et aussi si c'est le bon calcul après le résultat on s'en moque.

A partir de ses propos émerge une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, C, Alizée, \Delta)$. Alizée réalise une suite de gestes Δ dont on peut donner les grands traits :

- relire la leçon une première fois, rapidement, de façon à balayer les notions à réviser
- sélectionner les formules à connaître
- réciter mentalement les formules sélectionnées et comparer sa réponse avec la formule sur le cahier de leçon
- appliquer les formules à travers les exemples corrigés de la leçon
- réaliser mentalement, de manière effective, le début de l'exercice puis comparer grâce au cahier de leçon, si le début est juste et si la méthode est correcte.

On peut relever qu'Alizée réalise des allers et retours entre les technologies et le bloc pratico-technique constitué de types de tâches et de techniques. Elle relie les technologies au bloc $[T/\tau]$.

6.5.1.c. Les erreurs d'Alizée au contrôle (18,5/20)

Alizée a réussi à comparer les aires et périmètres sans mesure, engageant T_1 et T_2 (exercice 1). Alizée est aussi parvenue à calculer les aires de carrés, de rectangles, de triangles, de disques ainsi que le périmètre du cercle. Elle s'est trompée dans l'exercice 3 au sujet du calcul de la taxe : 10 euros pour 100 hm^2.

Lors de l'entretien post-contrôle, elle explique son raisonnement qui résulte d'une composition des opérations (Multiplier par 10 puis diviser par 100 revient à diviser par 10).

> E : Euh …ben en fait j'ai calculé l'aire en m^2 et après je me suis dis en hm^2 on ferait fois 10 pour le prix mais comme c'est des m^2 que j'ai calculés il faut diviser par 100 donc 10 divisé par 10 un puis re-diviser par 10 finalement on divise par 10.

Pour diviser par 100, Alizée divise par 10 puis encore par 10 ; ce qui signe chez elle une bonne maîtrise de certaines opérations. Cependant, le premier maillon de sa réflexion est faux. Elle raisonne comme si la correspondance donnée dans l'énoncé était 1 hm^2, or c'est 100 hm^2 et comme si 1 hm^2 était égal à 100 m^2. On constate qu'elle convertit convenablement les unités d'aires dans la suite du contrôle. Il est donc probable que le contexte plus compliqué de l'exercice l'ait induite en erreur. Elle réalise une deuxième erreur au niveau du résultat : $625\pi + 6000 = 6625$. Un peu plus haut dans l'exercice 3, elle prend en compte le nombre π dans le calcul, ce qui tend à prouver qu'elle sait distinguer 625 et 625π. Cependant, nous ne possédons pas assez d'information pour connaître la cause de cette erreur. Elle réalise aussi deux erreurs de notation : dans la phrase de conclusion elle écrit m^2 au lieu de mètre et elle écrit « VCH= » au lieu de « aire de VCH = ».

Equipement praxéologique d'Alizée en position d'élève

Son équipement praxéologique contient les praxéologies relatives aux types de tâches T_1 et T_2 (comparer des périmètres et des aires sans mesure), ainsi que T_5 et T_6 (calculer

des aires et des périmètres). La technique de calcul du périmètre à laquelle elle recourt est une importation des techniques des années antérieures, basées sur les formules de périmètre. Alizée est donc parvenue à intégrer, dans les rapports qu'elle avait antérieurement établis aux organisations mathématiques sur les périmètres et aires des éléments nouveaux comme, par exemple, l'aire du parallélogramme.

Les additions du type $a + b\pi$ font partie de son univers objectal mais elle n'a pas encore établi un rapport pratico-technique à ce type de tâches. Ceci n'a rien d'étonnant dans la mesure où, en cinquième et à cette période de l'année, le calcul littéral, et notamment la possibilité de réduire des expressions du type $a + bx$, n'a pas encore été enseigné.

6.5.1.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Alizée

Alizée n'utilise que son cahier de leçon pour réviser les contrôles de mathématiques. Elle relit la leçon. Chez Alizée le travail d'apprentissage est réalisé en amont du contrôle, pendant la classe, ce qui lui permet de ne réviser que quelques jours avant. Dans son milieu d'étude le milieu créé en classe a de l'importance, comme elle le dit :

> E : Le plus gros du travail, finalement c'est en classe.

Elle sait organiser et planifier son temps d'étude : elle travaille le mercredi et le week-end. Elle utilise aussi les devoirs à la maison qui sont vérifiés par ses parents pour tester son degré de maîtrise des organisations mathématiques. Ses parents l'aident uniquement pour les devoirs maisons. Son rapport à l'apprentissage est basé sur une organisation du type Cours/exercices. Cependant, elle déclare « faire surtout de la pratique » ; autrement dit travailler la technique.

> E : Ben en fait, c'est par exemple quand on fait des exercices qu'il faut calculer l'aire d'un carré et que je m'en souviens, que je sais quelle formule c'est, ça veut dire que je le connais bien.

L'organisation de son travail d'étude peut être décrite comme étant la suivante : Alizée part d'un exercice qu'elle identifie comme un type de tâches, par exemple « calculer l'aire d'un carré », afin d'atteindre l'élément technologique intégré dans la technique, autrement dit dans ce cas la formule ; puis elle évalue, au sein de son noyau cognitif, quel est son rapport à l'organisation mathématique relative à ce type de tâches. Cette évaluation, qui court jusqu'au bloc technologico-théorique, s'appuie sur la réalisation d'une tâche en partant du bloc $|T/\tau]$.

On peut donc relever qu'Alizée établit des liens entre les technologies et le bloc pratico-technique. Elle met en relation les organisations mathématiques des années précédentes et celles de l'année en cours. Lorsqu'elle parle de ce qui va être évalué en contrôle, elle ne parle que du cercle et du parallélogramme, qui sont pour elle les figures et formules

nouvelles, non étudiées en sixième. Elle n'utilise pas le livre, ni l'Internet. Lorsqu'elle ne comprend pas les exemples de la leçon, elle va rechercher des éclaircissements dans le cahier d'exercices. Elle se hisse au niveau plus général des types de tâches et des techniques car puisqu'elle ne se contente pas de prendre connaissance des résultats numériques des exercices, mais préfère aborder la méthode générale ; c'est-à-dire la technique associée non à la tâche, mais au type de tâches, en exploitant le caractère générique des exercices.

6.5.2 Le milieu d'étude d'Alice (18,5/20)

6.5.2.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Alice (18,5/20)

Le milieu d'étude d'Alice, $M_{Alice,}$ contient : $\{ \boldsymbol{O_{12}} ; \boldsymbol{O_{13}}; \ ; \boldsymbol{O_{1A}} ; \boldsymbol{O_{1B}} \ ; \boldsymbol{O_{2A}} ; \boldsymbol{O_{2B}}; \boldsymbol{O_6}; \boldsymbol{O_{14}} \}$

- $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$

Alice a identifié les objets « calculs d'aires » et « calculs de périmètres » comme étant à réviser.

C : Un exercice qui tombe à coup sûr pour toi ça serait quoi ? E : le calcul d'aires et de périmètres de figures.

Par contre, elle ne fait pas mention de T_8 « convertir des unités d'aires ».

- $\boldsymbol{O_{1A}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$: Partie leçon-bloc technologico-théorique

Elle lit la leçon constituée du bloc technologico-théorique.

- $\boldsymbol{O_{2A}}$ et $\boldsymbol{O_{2B}}$: Partie leçon bloc pratico-technique et $\boldsymbol{O_6}$ (feuille de brouillon)

Alice utilise une feuille de brouillon. Elle s'en sert pour refaire les exemples de la leçon en prenant l'initiative d'en changer les valeurs afin de créer pour elle-même un rapport nouveau à des tâches du même type. Elle relit aussi l'intégralité de la leçon.

6.5.2.b. Noyaux cognitifs d'Alice et situations possiblement didactiques

Les conditions d'étude d'Alice sont favorables. C'est une élève d'un bon niveau en mathématiques. On peut identifier, à partir des propos d'Alice, des éléments d'un noyau cognitif $\tilde{n}$ et, à partir de ce noyau, une situation ς =$(\tilde{n}, Alice, \Delta, C)$ possiblement didactique. Alice forme, à elle seule, une micro-institution dans laquelle elle occupe alternativement la position de professeur et d'élève : $\tilde{n} = (Alice, O, I, p_{P/E}, Alice)$ où $I = \{Alice\}$.

Les gestes Δ qu'Alice réalise peuvent se laisser décrire de la manière suivante. Alice commence par relire la leçon. Elle est donc en position d'élève. Puis elle reprend les exemples de cette même leçon qu'elle retravaille sur une feuille de brouillon sur laquelle

elle invente des exemples du même type, en changeant les valeurs numériques. En s'inventant des exercices, elle endosse le rôle du professeur à l'intérieur de l'institution *I*.

6.5.2.c. Les erreurs au contrôle d'Alice (18,5/20)

Alice commet très peu d'erreurs sur sa copie, à l'exception d'une erreur de conversion de longueur dans l'exercice 6 : elle écrit 61 dam = 6,1 m au lieu de 610 m. Dans l'exercice 1, elle écrit, à la place de périmètre, elle écrit aire ; sans doute une étourderie.

Equipement praxéologique d'Alice en position d'élève

Dans son équipement praxéologique, se trouvent les rapports aux praxéologies étudiées conformes à ceux institutionnellement attendus. Il s'agit des praxéologies relatives aux types de tâches T_1 et T_2 (comparer des périmètres et des aires sans mesure), ainsi que T_5 et T_6 (calculer des aires et des périmètres) pour toutes les figures étudiées.

6.5.2.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Alice

Alice est autonome dans son travail. Elle sollicite très peu ses parents. Son rapport à l'étude est du type « cours puis exercices ». Elle commence par lire la leçon puis refaire des exercices. Si besoin, elle recherche des compléments dans les exercices :

> E : ben pour préparer les contrôles, d'abord j'apprends les leçons. Et aussi… J'essaye de refaire les exemples de la leçon. J'essaie de trouver le bon résultat et si je n'y arrive pas je vais voir les exercices alors.

Elle sélectionne dans la leçon ce qu'elle considère comme important. Pour elle, « l'important » provient du système didactique principal.

Pour Alice, dans ce qui est « important » se trouvent les figures géométriques. Elle a établi un rapport à la notion de types de tâches. En effet, elle ne refait pas exactement les exemples vus en classe et écrits dans la leçon, mais invente des tâches similaires qui sont du même type et auxquelles elle se confronte. Elle a aussi établi un rapport à la notion de variable didactique : elle change les valeurs numériques des données qui représentent les

> C : Tu dis, tu fais des exercices importants ? Comment tu sais qu'ils sont importants ?
> E : Alors si on écoute bien en classe, on sait.

longueurs. Alice est autonome dans son travail : ses parents n'ont pour seul rôle que de lui demander si son travail est accompli. Elle ne se sert que de son cahier de leçon et parfois de celui d'exercices. Elle n'utilise pas l'Internet. Elle discute souvent de mathématiques avec ses amies, Alizée et Tess, qui sont aussi de bonnes élèves.

6.5.3 Le milieu d'étude de Calypso (14/20)

6.5.3.a. Les œuvres du milieu d'étude de Calypso (14/20)

Le milieu d'étude de Calypso, $M_{Calypso}$, contient : { $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$; $\boldsymbol{O_{2B}}$; $\boldsymbol{O_{14}}$; **2 *exercices*** }

- $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$

Calypso a identifié les objets « aires des carrés, des rectangles, des parallélogrammes, des disques » ainsi que l'objet « périmètre » comme étant à réviser. Elle ne mentionne pas la conversion des unités.

> E : Moi je pense des aires de carrés et de rectangles, de parallélogrammes aussi et les périmètres.
> C : D'accord.
> E : et euh… aire et cercle, les aires et les périmètres des cercles.

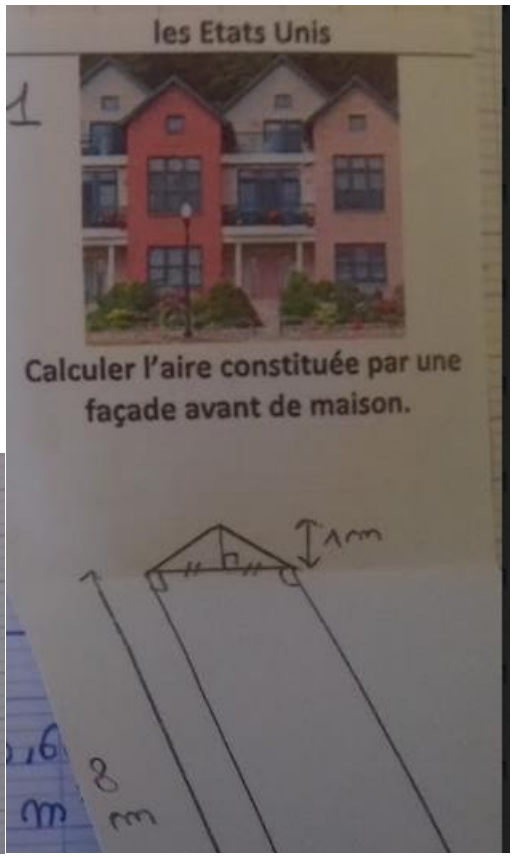
Elle a aussi identifié les calculs d'aires, plus complexes, pour lesquels il faut mobiliser plusieurs formules d'aires. Elle les appelle « des aires avec des objets où il y en a plusieurs » ou encore « des mesures dans tous les sens et des figures compliquées ».

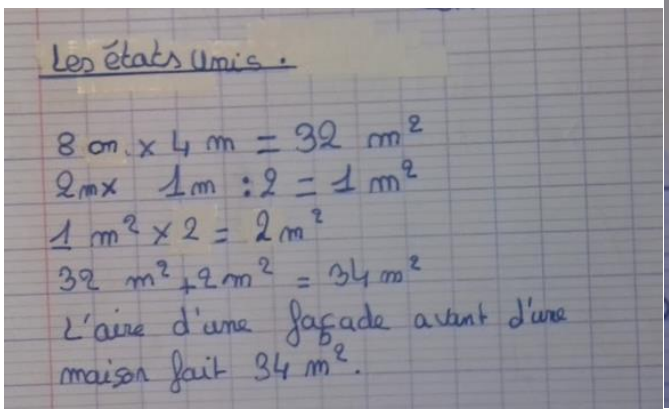
- $\boldsymbol{O_{1B}}$ et **$\boldsymbol{O_{2B}}$**

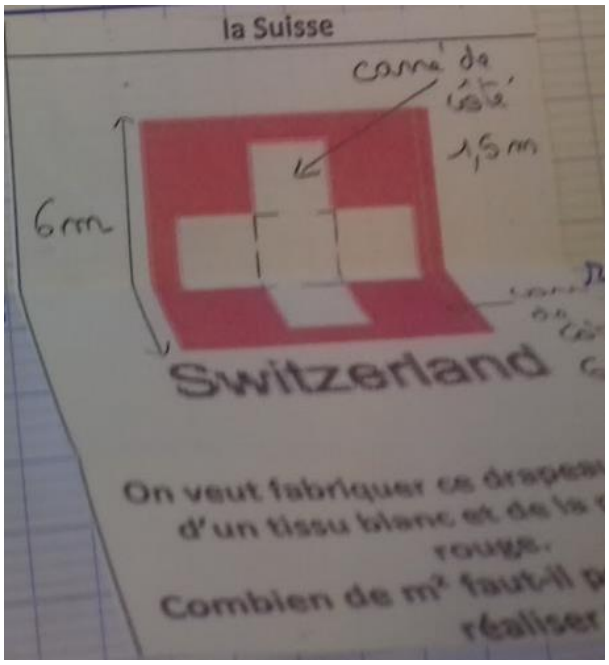
Calypso révise essentiellement les blocs technologico-théorique et pratico-technique de la partie leçon sur les aires et périmètres, c'est-à-dire une organisation mathématique dont l'élément théorique relève de la mesure des grandeurs. Elle ne révise pas la partie de la leçon concernant les aires sans les mesures, leçon n°10.

- **Exercices intitulés les Etats-Unis et la Suisse**

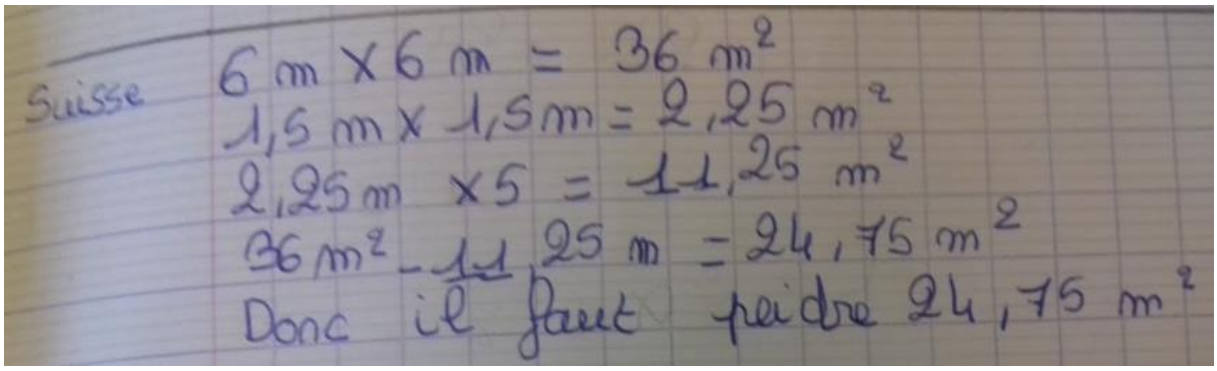
Calypso révise un exercice où, selon ses déclarations, « il faut repeindre un truc ». Il lui permet de revoir plusieurs formules. Ces deux exercices appartiennent à T_9.







Calypso a révisé l'exercice qu'elle nomme « compliqué et facile ». Il faut calculer l'aire de la partie rouge, qui engage une technique de différence d'aires de carrés. On remarque des erreurs dans les unités, lignes 3 et 4, où il manque des carrés.



6.5.3.b. Noyaux cognitifs de Calypso et situations possiblement didactiques

Les conditions C d'étude de Calypso sont favorables. Elle est très bien intégrée au sein du collège. On trouve, à partir des propos de Calypso, un noyau cognitif que l'on peut rattacher à une situation possiblement didactique : $\tilde{n} = (Calypso, O, I, p_E, Calypso)$ où $I = \{Calypso\}$. Calypso forme une institution dans laquelle elle occupe une position d'élève.

Nous décrivons ci-dessous les gestes Δ qu'elle réalise pour se créer un milieu d'étude, et intervenant dans une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Calypso, \Delta, C)$. A l'intérieur de son cahier de leçons, Calypso cherche à extraire des « techniques ». Par exemple, elle apprend que pour calculer l'aire d'un triangle, il faut multiplier la base par la hauteur et diviser par 2.

E : J'apprends les techniques.
C : Comment tu les repères ces techniques ?
E : Ben c'est base fois hauteur divisé par deux.

Elle relit cinq fois à voix haute et se fait réciter ce qu'elle a retenu. Elle évalue, dans son noyau cognitif, si elle est capable de réciter ces techniques. Elle relit un exercice de calcul d'aires avec sous-figures et un exercice, qui pour elle, fait intervenir plusieurs niveaux de difficultés différents.

C : Tu as relu lesquels ?
E : Celui-là où il faut repeindre un truc.
E : Et les exercices avec du compliqué et du facile.

Elle donne un exemple d'exercice « compliqué et facile ». Il s'agit d'un carré de 6 m de côté dans lequel se trouvent 5 autres carrés identiques de côté 1,5 m et où l'on cherche l'aire de la partie restante (exercice intitulée la Suisse).

6.5.3.c. Les erreurs de Calypso au contrôle (14/20)

Calypso se trompe dans la réalisation de T_1. Elle considère que les figures A et B ont le même périmètre. Calypso n'a pas révisé la partie leçon portant sur les aires sans les mesures. Sa réponse à la question 1 de l'exercice 3 est fausse. L'entretien ne nous permet pas de savoir pourquoi ; comme l'aire est calculée convenablement, il s'agit soit d'une erreur de conversion, soit une difficulté relative à la proportionnalité. Elle se trompe également au niveau de l'exercice 4 dans l'addition des deux aires dont l'une comporte le nombre π et l'autre non. Chaque aire est cependant calculée séparément de manière correcte.

Le nombre $625\pi + 6000$ est calculé comme si le nombre π n'était pas présent. Elle donne pour réponse 6625. Si elle avait utilisé des valeurs approchées, cette erreur ne se serait pas produite, mais on a antérieurement vu quel est le degré de difficulté de ce type de calcul pour des élèves de 5e.

Des erreurs sont présentes dans l'exercice sollicitant des conversions d'unités d'aires que Calypso a converti comme des unités de longueurs. D'ailleurs dans son calcul, on ressent cette confusion puisqu'elle écrit l'unité mètre au lieu de m^2.

Equipement praxéologique de Calypso en position d'élève

Calypso a établi un rapport adéquat au bloc pratico-technique des types de tâches suivants :

- T_{6P} calculer l'aire d'un parallélogramme
- T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle
- T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle
- T_{6D} Calculer l'aire d'un disque

Calypso sait calculer l'aire d'un polygone et d'un disque. Par contre elle ne sait pas convertir des unités d'aires qu'elle convertit comme des unités de longueurs.

6.5.3.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Calypso

Calypso révise régulièrement les mathématiques. Tous les week-ends, elle reprend ses leçons. Elle a donc un rapport à l'apprentissage qui montre que pour elle apprendre se construit au fil du temps. Calypso commence par relire la leçon puis faire des exercices. Elle sait d'expérience qu'il est nécessaire de pratiquer les mathématiques ; ce qui lui permet de dégager des techniques. Pour elle, travailler le bloc $[T/\tau]$ permet d'accéder au bloc technologico-théorique.

E : Je regarde les exercices car c'est les exercices qui m'aident à comprendre comment il faut faire.

Calypso évalue si certains types de tâches sont plus ou moins travaillés. Elle sait que l'une des règles du contrat stipule que le professeur interroge surtout sur les exercices amplement étudiés en classe.

Dans ce sens, elle a repéré le type de tâches $T_{9,}$ les exercices comportant des figures à décomposer en sous-figures comme susceptibles de « tomber ». Calypso utilise l'Internet parfois, pour chercher le sens des mots qu'elle ne connaît pas. L'entretien ne permet pas

E : Moi je pense que ça va tomber c'est sûr parce que c'est ce que l'on a le plus révisé.

de savoir si elle s'en sert uniquement comme un dictionnaire ou si elle va plus loin dans l'étude. Pour les parallélogrammes, elle explique qu'elle apprend par cœur qu'il ne faut pas diviser par deux. Elle ne s'appuie pas sur des éléments théoriques pour apprendre la formule de l'aire des parallélogrammes mais sur du « par cœur ». Elle utilise donc pour le parallélogramme l'organisation mathématique « répétition ».

6.5.4 Le milieu d'étude de Louis (13/20)

6.5.4.a. Les œuvres du milieu d'étude de Louis (13/20)

Le milieu d'étude de Louis, M_{Louis}, contient : { $\boldsymbol{O_{11}}$; $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$; $\boldsymbol{O_{2B}}$ }

- $\boldsymbol{O_{11}}$; $\boldsymbol{O_{12}}$; $\boldsymbol{O_{13}}$

Louis a identifié « calculer l'aire d'une figure » et « calculer le périmètre d'une figure », comme objets à réviser. Il est capable de préciser les différentes figures à étudier. Il a donc identifié les types de tâches T_{6T}, T_{5T}, T_{6R}, $T_{5R;}$ $T_{6P,}$ $T_{5P,}$ T_{6C} et T_{5C}.

C : Si tu misais sur des exos, où c'est sûr, ça va tomber. Tu dirais quoi ? E : Je dirais calculer l'aire et le périmètre d'une figure. C : Quelle figure ? E : euh …le triangle, le rectangle…le parallélogramme, le carré. Il peut y en avoir d'autres, je sais pas. Ah si, il y a aussi les mètres carrés à changer d'unités.

Il n'a par contre pas cité T_{6D} et T_{5D}, « calculer l'aire et le périmètre d'un disque ». Il a de plus reconnu les conversions d'unités d'aires, type de tâches T_8, comme un enjeu du chapitre.

- $\boldsymbol{O_{1B}}$ et $\boldsymbol{O_{2B}}$

Louis révise la partie leçon, les éléments technologiques sur les aires avec mesures et le bloc pratico-technique sur les aires, les exemples corrigés. Louis n'a pas révisé les

conversions qu'il trouve difficiles. En effet, le professeur y_3 utilise la technique τ_{84} basée sur les nombres concrets et les égalités de mesures de longueurs. Louis déclare ne pas savoir faire sans tableau.

6.5.4.b. Noyaux cognitifs de Louis et situations possiblement didactiques

Les conditions C d'étude de Louis sont favorables. Son père lui sert d'aide à l'étude. On peut trouver chez Louis sur un noyau cognitif formé par $\tilde{n} = (Louis, O, I, p_E, père\ de\ Louis)$, où $I = \{Louis, Père\ de\ Louis\}$

Louis et son père forment à eux deux une institution dans laquelle le père joue le rôle de professeur. Il explique à Louis lorsqu'il ne comprend pas. On repère un geste δ permettant à Louis de se créer un milieu auxiliaire d'étude et par suite une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Louis, \delta, C)$.

On peut décrire le geste δ ainsi. Louis lit dans sa chambre sa leçon, dans son lit avant de s'endormir, une seule fois. Il essaie alors de revivre des moments vécus en classe. Il se sert d'événements précis, sans rapport avec les mathématiques comme aide-mémoire. Par exemple, il se souvient que telle notion a été réalisée en classe, le jour où il est arrivé en retard du cours de sport. Il utilise ainsi un moyen mnémotechnique proche de la bien connue « méthode des lieux ».

6.5.4.c. Les erreurs de Louis au contrôle (13/20)

Louis réussit les exercices 1et 2. Pour l'exercice 2, il trace un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesurent 8 cm et 4 cm, d'aire 16 cm^2. Il n'a réussi ni l'exercice 3, ni l'exercice 7. Il se trompe aussi dans l'écriture des nombres $6000 + 625\pi$. Sur l'énoncé du texte de son contrôle, on entrevoit encore, par transparence, les traits de crayon qu'il utilise pour dessiner des rectangles et calculer les aires de triangles. Il décompose le parallélogramme et se sert du recollement d'une partie triangulaire pour calculer son aire. Il utilise donc la modélisation des grandeurs sans mesure pour appuyer ses calculs et produire la technique relative à T_{6T} « calculer l'aire du triangle » et T_{6P} « calculer l'aire du parallélogramme ».

Equipement praxéologique de Louis en position d'élève

Louis maîtrise les techniques pour les types de tâches :

- T_{6P} calculer l'aire d'un parallélogramme
- T_{6R} Calculer l'aire d'un rectangle
- T_{6T} Calculer l'aire d'un triangle
- T_{6D} Calculer l'aire d'un disque

Par contre, il ne sait pas convertir des unités d'aires correspondant à T_8. La technique enseignée par y_3, qui est τ_{84}, ne correspond pas à τ_{81} qui est celle qu'il a apprise antérieurement. Dans l'entretien, Louis déclare, au sujet des conversions, « qu'il ne sait

pas faire sans tableau ». Louis est très prudent dans ses réponses. Il préfère ne rien écrire plutôt que d'écrire des résultats faux. Il rencontre des problèmes avec l'ordre des unités de longueur.

6.5.4.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Louis

Louis lie ses techniques d'apprentissages à sa présence dans le système didactique principal. Il essaie de retenir le maximum de technologies et de techniques durant le temps de la classe. Il sait que son travail personnel doit prendre appui sur le milieu d'étude créé en classe. Il révise la veille du contrôle.

> C : Comment tu fais, toi pour apprendre ? Pour les contrôles, par exemple celui de lundi ?
> E : J'essaie de retenir le maximum d'infos en classe, pour que ça soit plus facile à la maison.

Son rapport à l'apprentissage le considère comme une construction progressive ; c'est apparemment celle de son père qui lui conseille d'apprendre au fur et à mesure. Il lit une seule fois la leçon avant de s'endormir. Il essaie de la rattacher à des épisodes de classe, voire à des événements vécus.

> E : Oui j'essaie de me souvenir quand je la lis, ça c'est quand on était en retard du sport.

6.5.5 Le milieu d'étude d'Emmanuel (8/20)

6.5.5.a. Les œuvres du milieu d'étude d'Emmanuel (08/20)

Le milieu d'étude d'Emmanuel, $M_{Emmanuel}$, contient : { $\boldsymbol{O_{11}}$; $\boldsymbol{O_{1B}}$; $\boldsymbol{T_9}$ }

- Type de tâches $\boldsymbol{T_9}$

Emmanuel a identifié le type de tâches T_9 « décomposer une figure en sous-figures pour en calculer l'aire ». Il a notamment repéré un exercice issu de la classe qu'il appelle les « fenêtres du Canada ».

> C : bah, comme on avait fait, enfin, comme pour les fenêtres du Canada, on doit faire plusieurs calculs pour arriver à un seul résultat.

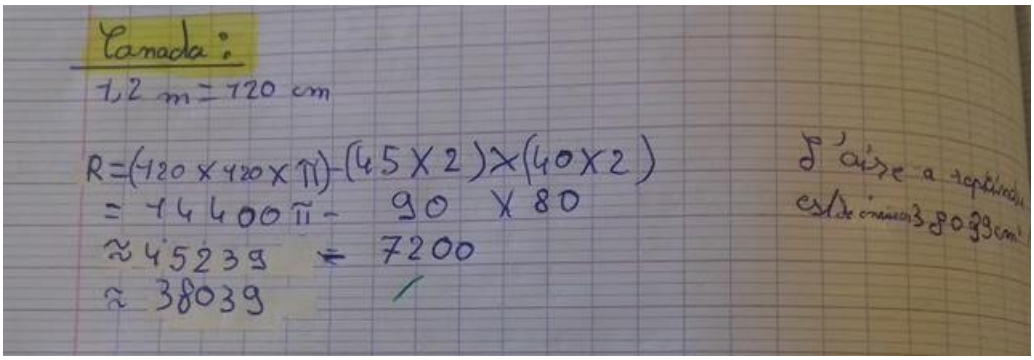


Figure 52. Exercice « les fenêtres du Canada »

Il s'agit d'un disque de rayon 1,2 m dans lequel se trouve un rectangle dont on connaît la demi-longueur (45 cm) et la demi-largeur (40 cm). Il faut calculer l'aire du disque privé de l'aire de ce rectangle. Emmanuel a identifié les genres de tâches « calculer l'aire et le périmètre », sans plus de détails. Il a aussi repéré le type de tâches T_8 « convertir des unités » mais il n'est pas tout à fait sûr qu'il s'agisse d'un enjeu de la leçon. Il déclare ne pas l'avoir révisé avant le contrôle.

C : bah oui il y a aussi sur la fin, je sais pas si ça sera dans le contrôle, pouvoir faire les unités.

- Leçon O_{1B}

Emmanuel relit la partie de la leçon avec mesure pour laquelle les formules sont justifiées, sans reprendre les exemples.

6.5.5.b. Noyaux cognitifs d'Emmanuel et situations possiblement didactiques

Les conditions C d'étude d'Emmanuel sont favorables, même s'il trouve que l'étude au collège est plus compliquée qu'à l'école primaire. Un noyau cognitif $\tilde{n}$ se révèle à partir de ses propos. Emmanuel forme à lui tout seul une micro-institution I, dans laquelle il occupe la position d'élève p_E. Il est sa propre instance évaluatrice. On a : $\tilde{n} = (Emmanuel, O, (I, p_E), Emmanuel)$ où $I = \{Emmanuel\}$

On peut envisager la situation possiblement didactique suivante :
ç =$(\tilde{n}, Emmanuel, \Delta, C)$, où Δ est constitué de la suite de gestes décrits ci-après :

- Emmanuel relit l'exercice intitulé « le Canada » appartenant à T_9
- Il sélectionne dans la leçon, et grâce aux titres, les paragraphes contenant les formules et les justifications des formules. Il oublie volontairement les exemples.
- Il effectue une relecture des passages de la leçon qu'il a sélectionnés, les formules.

- Il apprend par cœur certaines formules comme celle du disque.
- Enfin, il récite l'intégralité de la leçon.

6.5.5.c. Les erreurs d'Emmanuel au contrôle (08/20)

L'exercice 1 fait intervenir T_1 et T_2 qui consistent à comparer des aires et des périmètres sans avoir recours aux mesures. Emmanuel engage la technique adéquate pour les aires, ce qu'on peut constater à partir du trait et de la flèche qu'il a dessinés sur la figure B ci-dessous, mais l'attribue aux périmètres. Il confond les grandeurs « aire » et « périmètre ».

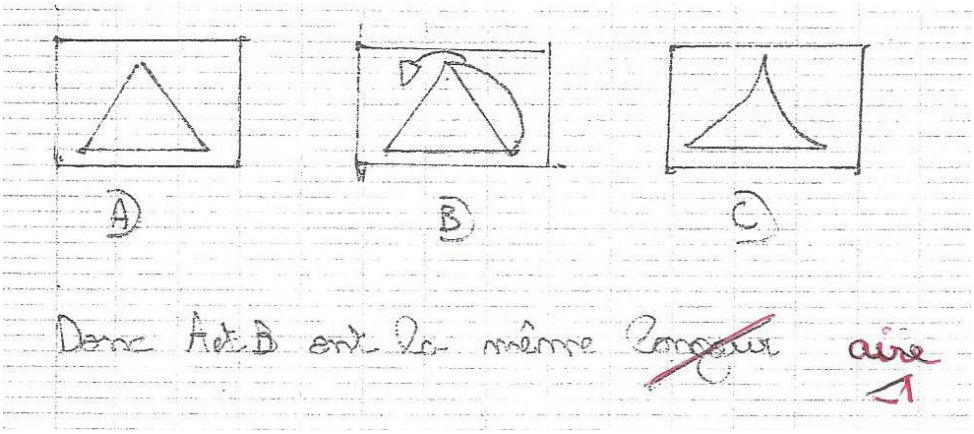


Figure 53. Copie d'Emmanuel, exercice 1

Il utilise le terme « figures de même longueur », au lieu de « même périmètre » : son vocabulaire est imprécis. Il réalise cet exercice en deux fois : au début du contrôle puis à la fin, ce qui nous montre qu'il s'agit d'une tâche encore problématique pour Emmanuel. Dans l'exercice 2, il est demandé de tracer une figure d'aire 16 cm^2. Emmanuel choisit de tracer un rectangle de longueur 8 cm et de largeur 2 cm, non codé par des angles droits.

L'exercice 3 engageant les types de tâches T_{6D} « calculer l'aire du disque », et T_{5D} « calculer le périmètre du cercle », n'est pas abordé. Emmanuel écrit sur sa copie des points d'interrogation pour cet exercice. Le contexte l'a peut-être dérouté puisque dans l'exercice 4 suivant, il donne une réponse pour le calcul de l'aire du disque de diamètre 50 m.

Pour l'exercice 4, il calcule correctement l'aire du rectangle. Il identifie convenablement le rayon du disque. Par contre, il utilise la formule de périmètre du cercle pour calculer l'aire du disque. Ces formules, qu'il intervertit, ont été apprises par cœur.

Pour l'exercice 5, il décompose de manière erronée la figure. Il essaie de partager le triangle quelconque en deux triangles rectangles à partir de la hauteur. Il reprend son calcul à la fin du contrôle, aboutissant finalement à un calcul convenable de l'aire du triangle. T_{6T} « calculer l'aire d'un triangle » fait partie des types de tâches qui posent problème à Emmanuel. Il réussit le calcul de l'aire du rectangle et du parallélogramme (sur sa copie il marque des flèches, pour découper et recoller une partie triangulaire du

parallélogramme). L'exercice 7 sollicitant T_8 « convertir les unités d'aires » n'est pas traité.

L'exercice 6 laisse entrevoir que son rapport aux unités de longueurs est erroné : il intervertit les unités décamètre et décimètre. Il calcule en revanche correctement la somme des résultats qu'il trouve.

Equipement praxéologique d'Emmanuel en position d'élève

Le rapport personnel d'Emmanuel aux types de tâches T_{6R}, T_{6P} (aire du rectangle et du parallélogramme) est conforme aux rapports institutionnels attendus. Il réussit avec beaucoup de difficultés, le type de tâches T_{6T} « aire du triangle ». En revanche, Emmanuel ne sait pas calculer l'aire d'un disque, ni le périmètre du cercle dont il a appris par cœur les formules. Il confond les mots « aire » et « périmètre ».

6.5.5.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude d'Emmanuel

Emmanuel commence par réviser les exercices puis les leçons. Il révise aussi les institutionnalisations locales, présentes sous la forme de bilans dans le cahier d'exercices.

> E : Sauf si dans les exercices on a mis des mots importants dans les bilans ben parce que cette année, je sais qu'on l'avait fait.

Pour Emmanuel, les mathématiques s'apprennent phrase par phrase, selon l'idée d'un l'apprentissage progressif. Ce découpage provient d'une conversion de techniques d'étude enseignées à l'école primaire ou pour d'autres disciplines.

En effet, en anglais par exemple, le professeur de la classe à laquelle appartient Emmanuel, donne à apprendre les verbes irréguliers : d'abord 10, puis 20, puis 30 etc., qui suit un découpage par groupes de 10 verbes afin d'en faciliter un apprentissage par cœur. On peut penser que ces pratiques se diffusent dans d'autres matières. Emmanuel récite ensuite, selon ses déclarations « tout d'un seul coup ». Il n'utilise que ses cahiers pour étudier. Il travaille plutôt seul. Il explique que lorsque sa mère a voulu l'aider sur le

> E : euh… non pas vraiment. Après, une fois si, elle m'avait donné un tableau en croix, là, un tableau en croix elle m'avait dit. J'ai pas retenu parce que c'était trop compliqué.
> C : D'accord. C'était pas pour ce chapitre là, alors ?
> E : Oui voilà. C'était quand on a fait la proportionnalité.

chapitre de la proportionnalité, elle a essayé de lui enseigner la technique des « produits en croix », certainement pour calculer une quatrième proportionnelle. Cependant, Emmanuel a rejeté cette idée de technique qu'il a jugée trop difficile.

Emmanuel préfère donc utiliser une technique issue de ce qui a été étudié en classe, plutôt que celle provenant de son milieu familial. Avec son rejet de la technique, il rejette aussi

l'aide de sa mère. Il est assujetti au système didactique principal. Il préfère la technique de la classe parce qu'il la juge plus simple depuis son noyau cognitif.

Emmanuel a conscience qu'il est nécessaire de posséder des bases sur les grandeurs, sur les opérations, additions et soustractions, multiplications et divisions, ainsi que sur les nombres décimaux pour pouvoir réussir en mathématiques.

C : OK. Alors imagine qu'il y a un chinois qui vient dans la classe. Chinois, japonais ce que tu veux. Il ne connaît rien au système français. Quels conseils lui donnerais-tu pour travailler en maths ?
E : en maths ? Euh c'est compliqué. Travailler en maths qu'est-ce que je pourrais lui donner comme conseil…c'est…
Blanc
E : qu'il faut savoir…
E : qu'il faut connaître les unités, les unités de grandeurs, longueurs
E : qu'il faut savoir calculer en plus, moins.
C : mmh
E : savoir faire les multiplications et les divisions.
C : D'accord.
E : et connaître les virgules aussi.
C : D'accord.

6.5.6 Le milieu d'étude de Léa (10/20)

6.5.6.a. Les œuvres du milieu d'étude de Léa (10/20)

Le milieu d'étude de Léa $M_{Léa}$ contient :

$\left\{ \boldsymbol{O_{12}} ; \boldsymbol{O_{13}} ; \textbf{tableau blanc}; \boldsymbol{O_{1A}} ; \boldsymbol{O_{1B}} ; \boldsymbol{cahier\ personnel} ; \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \boldsymbol{\pi} \right\}$

- O_{12} ; O_{13}

Léa a identifié, au cours de ses révisions, les types de tâches « calculer des aires de rectangles, de triangles et de disques ». Pour le triangle, elle évoque à sa manière des ingrédients technologico-théoriques qui justifient la formule et permettent de produire la technique.

C : Ok donc toi si tu mises sur un exo qui va tomber à coup sûr, ça serait quoi ?
E : ça serait des figures qui seraient avec des longueurs et des moitiés de rectangles et euh…
C : des moitiés de rectangles, tu veux dire quoi ?
E euh des... *Elle dessine sur sa feuille avec son doigt*
C : Euh oui euh des triangles je cherchais le mot. Des triangles qu'on va rassembler et qui feraient un rectangle.

- Tableau blanc

Léa écrit sur son tableau blanc les calculs et les formules à apprendre. Elle s'enseigne à elle-même, mimant la classe et occupant la position du professeur.

- Cahier de mathématiques personnel, n'appartenant pas à la classe

Avant la rentrée, sa mère lui a acheté un cahier contenant des exercices pour la plupart non corrigés et classés par sujets. Le livre est composé de fiches regroupées par « notions » dans lesquelles se trouvent un exemple corrigé puis une série d'exercices. Léa commence par lire l'exercice corrigé sur les aires des disques puis s'entraîne à la technique grâce aux exercices qui suivent. Sa mère vérifie l'exactitude de ses réponses.

- Formule $\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$

Sur son cahier d'exercices personnel acheté dans le commerce, elle trouve la formule suivante pour calculer l'aire d'un disque $A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$

L'élévation au carré n'ayant pas été rencontrée, Léa interprète la formule comme égale à (D÷2) ×π.

- La leçon O_{1A} et O_{1B} (formules)

Léa recopie sur son tableau blanc la leçon de la classe. Elle ne regarde pas les exemples corrigés. Elle préfère s'emparer des exercices à partir de son livre de mathématiques personnel, dans lequel le premier exemple est corrigé.

6.5.6.b. Noyaux cognitifs de Léa et situations possiblement didactiques

Les conditions d'étude C de Léa sont favorables. Sa mère, stressée par la scolarité de Léa, lui achète des livres parascolaires, notamment en mathématiques. Ce dernier, auquel nous n'avons pas eu accès, mais qui est décrit par Léa, est composé d'exercices dont le premier exemplaire situé en haut de page comporte une correction. Ses parents lui ont installé un tableau blanc dans sa chambre, qui lui sert pour réviser. On trouve chez Léa un noyau cognitif formé de Léa et de l'objet à réviser O *« aires et périmètres ».* Léa révise, seule, en autonomie ; elle forme à elle seule une institution dans laquelle elle occupe alternativement la position d'élève et de professeur : $\tilde{n} = (Léa\ , O, (I, p_E et\ p_P)\ , Léa\ )$ où $I = \{Léa\ \}$

Léa écrit sur son tableau blanc, dans sa chambre, et expose et s'explique à elle-même la leçon. Elle occupe ainsi clairement, et à cet instant, la position de professeur p_P. Lorsqu'elle réalise des exercices, elle occupe alors la position d'élève. On peut identifier chez Léa une situation possiblement didactique ς =$(\tilde{n}, Léa, \Delta, C)$ faisant intervenir une suite de gestes Δ :

- elle lit et s'empare de l'exercice corrigé en haut de la page de son livre de mathématiques
- elle essaie de le reproduire sur d'autres exemples
- elle récite la leçon, s'enseignant à elle-même à partir du tableau blanc présent dans sa chambre.

6.5.6.c. Les erreurs de Léa au contrôle (10/20)

Léa n'a pas réussi les tâches relatives à T_2 « comparer des aires » et à T_1 « comparer des périmètres sans mesure » (exercice 1). Le rapport de Léa à la technologie de T_{6D} et T_{5D} n'est pas conforme : Léa ne sait pas calculer l'aire et le périmètre d'un disque. Elle se trompe à deux reprises, sur deux exercices qui font appel à ce type de tâches. Pour calculer le périmètre du cercle, elle utilise la formule de l'aire du disque $\pi \times R \times R$ et pour calculer l'aire elle utilise la formule fausse $(D : 2) \times \pi$. Elle a emprunté cette formule d'un cahier d'exercices acheté dans le commerce, et qu'elle a transformée à sa manière en ôtant le carré. Dans l'exercice 7, elle se trompe sur les deux conversions d'unités d'aires sollicitant T_8.

Equipement praxéologique de Léa en position d'élève

Dans son équipement praxéologique, les rapports personnels de Léa relativement aux types de tâches $T_{6R,}$ calculer l'aire du rectangle, T_{6T} aire du triangle, et $T_{6P,}$ aire du parallélogramme sont conformes aux rapports institutionnellement attendus.

Par contre, pour le type de tâches T_{6D} « calculer l'aire d'un disque », son rapport personnel à la technologie pose problème : elle n'applique pas la bonne formule.

On constate qu'elle a accès aux éléments théoriques pour le triangle, mais pas pour le type de tâches T_{6D} disque, pour lequel elle apprend par cœur une formule. Elle ne la compare pas à celle de la leçon. Elle a une grande confiance en ce cahier acheté dans le commerce. De plus, pour T_8, convertir les unités d'aires, sa technique est erronée : elle convertit comme s'il s'agissait d'unités de longueurs.

Notons que Léa s'est trompée dans l'exercice 2 sur le calcul de la taxe, engageant le type de tâches « calculer une quatrième proportionnelle ».

6.5.6.d. Techniques d'étude et rapport à l'étude de Léa

Léa possède des techniques d'étude centrées sur la pratique d'exercices. Elle réalise essentiellement des exercices qu'elle va rechercher en dehors de la classe, dans un livre acheté tout spécialement à cet effet. Léa occupe la position de professeur : elle se met en scène au tableau, faisant la leçon. On remarque un recours à des organisations mathématiques différentes chez Léa en ce qui concerne l'aire du triangle et l'aire du disque. En effet, pour le calcul de l'aire du triangle, elle utilise des éléments théoriques, utilisant l'OM « équidécomposabilité ». Pour l'aire du disque, au contraire, on s'aperçoit qu'elle n'a pas accès aux ingrédients théoriques. Elle essaie de recopier l'exercice corrigé. Elle a identifié qu'il fallait diviser par deux le diamètre puis multiplier par le nombre π,

mais elle ne tient pas compte de l'élévation au carré qu'elle ne sait peut-être pas interpréter du fait d'un rapport insuffisant au calcul littéral, ne lui permettant pas de justifier le passage de la formule $\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$ à la formule vue en classe : $\pi \times R \times R$.

A l'inverse le calcul de l'aire du triangle est réussi. Dans ses propos, elle montre qu'elle accède pour le triangle au bloc technologico-théorique : elle considère le triangle « comme la moitié d'un rectangle ».

7. Conclusions sur les praxéologies d'étude- Comparaison avec les classes ordinaires

7.1 Situations possiblement didactiques

Dans un premier temps, nous mettons en exergue les différentes situations possiblement didactiques rencontrées dans la classe de y_3, et notamment la suite de gestes Δ réalisés par les élèves. On complète la liste des techniques d'étude repérées précédemment grâce à ces nouveaux entretiens. Nous cherchons à dégager des différences par rapport aux autres classes, en lien avec notre étude quantitative. Pour ce faire, nous reprenons le classement précédent en trois catégories de gestes

- les gestes de reprise de l'étude de l'organisation mathématique issue de la classe
- les gestes d'évaluation de la conformité du rapport personnel à l'objet à étudier
- les gestes de prolongement de l'étude.

7.1.1 Reprise de l'étude de l'Organisation Mathématique issue de la classe

7.1.1.1 Geste 1 (δ_1) : Relire son cours

Les élèves montrent différentes techniques pour le type de tâches « relire son cours ». Louis lit la leçon dans son lit avant de s'endormir, Calypso la lit cinq fois. Léa lit son cours puis l'écrit sur son tableau dans sa chambre pour le réciter. Plus qu'à des contextes différents et à des rapports personnels issus d'histoires et d'assujettissements différents à l'origine desquels nous n'avons pas accès, nous nous intéressons avant tout au contenu de leur relecture. Dans le collège 3, enseigné par PER, la leçon contient des formules, mais aussi les justifications de ces formules ainsi que des exemples de leurs applications. Alizée (bonne élève) recherche des techniques générales lorsqu'elle relit sa leçon. Elle refait mentalement le début des exemples de la leçon et vérifie qu'elle sait les faire. Alice, bonne élève en mathématiques, relit sa leçon en reliant le bloc pratico-technique au bloc technologico-théorique. Calypso, de niveau moyen, relit son cours en cherchant à en dégager des techniques. On perçoit chez Calypso la volonté de dégager des types de tâches, et de les relier à des techniques, mais aussi à des ingrédients technologico-théoriques figurant dans la leçon.

Ces élèves ont le souci, à travers la lecture ou la réécriture de la leçon, de décontextualiser les exemples pour en appréhender leurs caractères généraux. Notons que Calypso ne révise pas la partie sur les aires sans mesure et que Louis ne révise pas les conversions d'unités qu'il évalue trop difficiles depuis son noyau cognitif.

7.1.1.2 Geste 2 (δ_2) : Mémoriser les formules

Rappelons ici les deux praxéologies autodidactiques que nous avions mises en évidence dans le paragraphe 6.2.2.

Praxéologie « répétition »
T : se souvenir des formules d'aires
Technique : apprendre par cœur
Technologie : parce que c'est comme ça !
Théorie : on doit apprendre par cœur les mathématiques !

Praxéologie « équidécomposabilité »
T : se souvenir des formules d'aires
Technique : se souvenir des formules grâce aux éléments technologico-théoriques
Technologie : les éléments technologico-théoriques permettent de justifier et de produire la technique.
Théorie : Les éléments technologico-théoriques permettent de soulager la mémoire et de contrôler la technique.

- Pour Alizée, ni dans sa copie, ni durant l'entretien, on ne trouve d'indice permettant de savoir comment elle retient les formules. On ne peut pas conclure sur une quelconque utilisation de P « répétition » ou de P « équidécomposabilité ». Alizée réalise beaucoup de gestes de « tête », mentalement, sans qu'on ait accès à ceux-ci.

- Dans le contrôle d'Alice, contrairement à celui d'Alizée, on peut relever des traces d'utilisation de P « équidécomposabilité », matérialisées par une flèche et un coloriage, pour le parallélogramme.

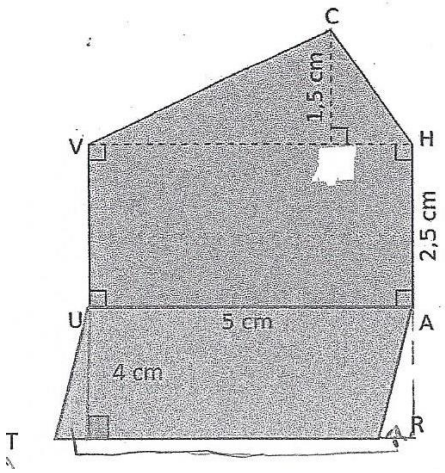


Figure 54. copie d'Alice

- Pour Calypso, la répétition est au cœur de ses apprentissages. Elle ne contrôle pas les techniques qu'elle a apprises pas des éléments du bloc technologico-théorique. Elle nous confie que c'est parce qu'elle fait toujours l'erreur de diviser par deux pour les

parallélogrammes, qu'elle retient les formules. Pour les parallélogrammes, elle sait alors qu'on multiplie uniquement la base par la hauteur.

E : Les parallélogrammes à chaque fois je pense que les parallélogrammes il faut diviser par 2 alors que non.
C : Ah d'accord tu crois à chaque fois qu'il faut diviser par 2 pour les parallélogrammes et en fait, il faut pas et alors comment tu te souviens que justement il faut pas ?
E : Je me dis à chaque fois je fais l'erreur donc il faut pas.

- Pour Louis, on observe des pointillés sur le parallélogramme et le triangle de sa copie. On voit ainsi qu'il a commencé par calculer, pour le triangle, la base multipliée par la hauteur, puis qu'il s'est corrigé, en complétant par une division par 2. Chez Louis, existe un contrôle des formules par le bloc théorique, matérialisé par les flèches et les pointillés sur la figure. Il utilise clairement P « équidécomposabilité ».

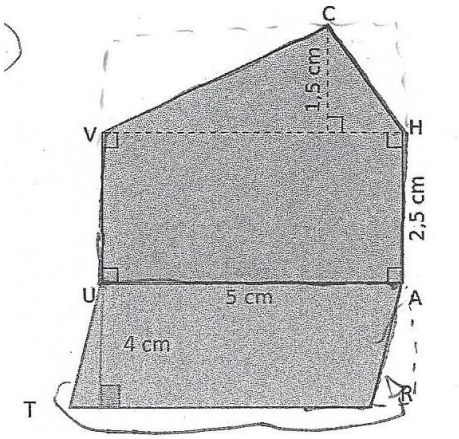
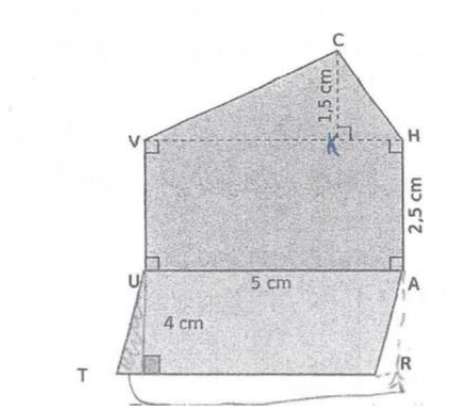


Figure 55. Copie de Louis

- Sur la copie d'Emmanuel ci-dessous, on trouve de la même façon et pour l'exercice 5, l'utilisation de P « équidécomposabilité ». Emmanuel introduit un point *K*, pied de la hauteur issue de *C* du triangle *CVH* puisqu'il découpe l'aire du triangle quelconque en deux triangles rectangles *CKV* et *CKH*. Il calcule l'aire du triangle puis cherche à calculer l'aire du triangle *CKH* qu'il rajoute en trop, puis qu'il enlève.



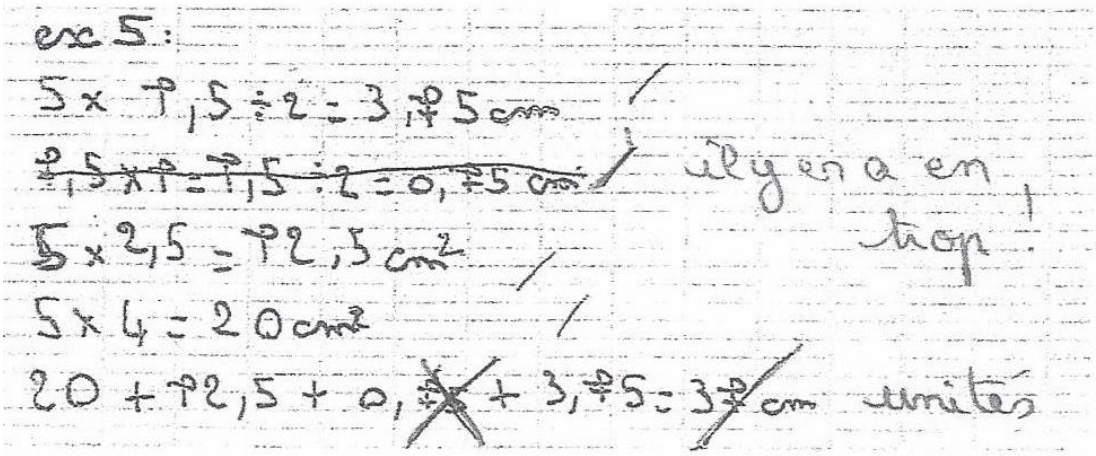


Figure 56. Copie d'Emmanuel

- Chez Léa, on trouve des pointillés sur le parallélogramme indiquant l'emploi de P « équidécomposabilité » pour les parallélogrammes.

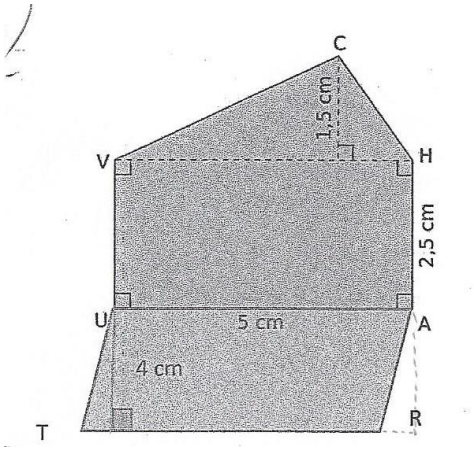


Figure 57. Copie de Léa

Lors de l'entretien, Léa parle de « moitiés de rectangles » au sujet des triangles.

E : ça serait des figures qui seraient avec des longueurs, et des moitiés de rectangles et euh…Euh des …***elle dessine un triangle sur sa feuille avec son doigt.***

Concluons sur les praxéologies autodidactiques mises au jour à partir des copies et des entretiens des élèves de y_3.

Elève et niveau en mathématiques	Praxéologie autodidactique	Provenance
Alizée (Bon élève)	On ne sait pas	On ne sait pas
Alice (Bon élève)	P « équidécomposabilité » pour les parallélogrammes	Classe
Calypso (Moyen)	P « répétition » elle se souvient qu'elle fait l'erreur de diviser par deux pour les parallélogrammes en contrôlant les exercices via son cahier de leçon.	Personnelle
Louis (Moyen)	P « équidécomposabilité » pour les triangles et les parallélogrammes	Classe
Emmanuel (Faible)	P« équidécomposabilité » pour les parallélogrammes – découpage des triangles en deux triangles rectangles.	Classe
Léa (Faible)	P« équidécomposabilité » pour les triangles et les parallélogrammes P « répétition » pour le disque	Classe Livre parascolaire pour le disque

La mémorisation des formules est réalisée en s'appuyant sur l'organisation mathématique « équidécomposabilité », c'est-à-dire celle contenant des ingrédients théoriques mathématiques, ou encore la justification des formules grâce à la modélisation issue de Hilbert. A part Calypso, qui apprend par cœur et se souvient des formules par répétition d'une erreur, et Alizée à propos de laquelle on n'a pas d'informations, les élèves découpent et recollent des parties des figures pour contrôler les formules qu'ils utilisent. On remarque que ces contrôles vivent aussi chez les élèves faibles et moyens. Chez Louis, le contrôle par le moyen du bloc technologico-théorique est là-aussi présent : il lui permet de s'auto-corriger.

On ne trouve pas chez les élèves de y_3 de confusions dans les formules des triangles et des parallélogrammes comme c'était le cas dans la classe de y_2. Les seules confusions trouvées le sont chez Emmanuel qui intervertit T_{5D} et T_{6D} (périmètre et aire du disque)

7.1.1.3 Geste 3 (δ_3) : Ranger son classeur, écrire lisiblement

Dans les entretiens avec la classe enseignée par PER, aucun élève, y compris les élèves faibles, ne mentionne d'éléments matériels tels que le rangement du classeur ou une écriture lisible, contrairement aux élèves du collège 2.

7.1.1.4 Geste 4 (δ_4) : Identifier les types de tâches

Alizée refait mentalement, « dans sa tête », les exemples corrigés de la leçon. Elle cherche à dégager des méthodes générales. Quant à Alice, elle ne refait pas exactement les mêmes exemples corrigés qui figurent dans la leçon : elle change les variables numériques, ce qui nous prouve qu'elle a établi un rapport à la notion de type de tâches. De plus, on remarque que par rapport aux autres classes, les élèves enseignés par PER travaillent, car ils l'ont ont repéré comme un enjeu, le type de tâches T_9 qui consiste à décomposer une figure en sous-figures usuelles pour en calculer l'aire totale, par soustractions ou additions d'aires de sous-figures.

Ils se confrontent à la difficulté, y compris les élèves moyens et faibles. Calypso, élève moyenne, parle de l'exercice « des Etats-Unis » composé d'un rectangle et d'un triangle. Elle les nomme exercices « avec du compliqué et du facile. » Emmanuel, élève faible, évoque, dans ses révisions, l'exercice intitulé « les fenêtres du Canada » où l'on trouve l'aire d'un disque à laquelle on ôte l'aire de rectangles.

L'évocation de ces types de tâches était présente chez les bons élèves dans le collège 2, mais pas chez les faibles. On peut donc conclure que les élèves faibles enseignés par PER ne craignent pas de se confronter à des types de tâches que d'autres jugent plus difficiles. A l'occasion de suivis de Parcours d'Etude et de Recherche (PER), les activités ne sont pas découpées en sous-tâches considérées plus simples ; selon une manière d'appréhender l'enseignement qui s'appuierait sur une sorte de pédagogie par objectifs. L'entraînement à la recherche de questions problématiques amène les élèves, même les plus faibles, à s'engager dans des tâches d'un niveau de difficulté plus important dans leur travail personnel à la maison.

7.1.2 Evaluer la conformité de son rapport personnel à l'objet *O* à étudier, évaluer l'organisation mathématique

7.1.2.1 Geste 5 (δ_5) : Relire des exercices, refaire des exercices.

La pratique des exercices est très présente chez les élèves enseignés par PER. Calypso cherche à atteindre « des techniques », Alizée déclare « faire surtout de la pratique ». Les mathématiques sont une discipline qui se vit à travers ses exercices.

Alors même que nous avions trouvé des élèves qui révisent des formules sans recourir à des exemples, incités en cela par une leçon dénuée de bloc pratico-technique chez y_2, les élèves enseignés par PER montrent qu'ils accordent une importance particulière à la pratique d'exercices et aux liens entretenus avec le bloc technologico-théorique. Comme nous l'avions mentionné précédemment, les élèves de y_3 s'engagent dans la révision d'exercices appartenant à T_9, faisant intervenir plusieurs figures. Dans les classes ordinaires, ces exercices apparaissent traités lors de leurs révisions par les bons élèves : par exemple chez Bastien (collège 2), avec l'exercice de la patinoire, alors que les élèves faibles, soit ne révisent pas d'exemples, soit travaillent des exercices composés d'un seul

type de figure. Il s'agit alors d'un seul triangle, d'un seul parallélogramme, d'un seul rectangle, ou d'un seul disque. Chez les élèves de y_3, les exercices permettent de se confronter à la difficulté, étant entendu que les exercices plus difficiles incluent des sous-types de tâches, donc des exercices plus simples. Lorsque Alice et Alizée, bonnes élèves, relisent ou refont des exercices, elles cherchent à inférer, à dégager des techniques générales.

7.1.2.2 Geste 6 (δ_6) : Réciter la leçon à soi-même ou à quelqu'un

Léa récite la leçon à elle-même en se mettant dans la position de professeur. Elle écrit sur son tableau blanc dans sa chambre. Lorsqu'elle récite, elle prend clairement la position de l'enseignant. Alice récite elle-aussi en s'inventant des exercices du même type : elle occupe la place du professeur en vérifiant si son rapport personnel est conforme à celui attendu.

On avait trouvé cette position chez Mathilde (élève moyenne), dans le collège 2. Dans le collège 3, enseigné par PER, la position de professeur vit au sein du parcours positionnel, dans le curriculum personnellement vécu de bons élèves mais aussi d'élèves faibles.

7.1.2.2 Geste 7 (δ_7) : Rechercher une continuité dans les organisations mathématiques

Alizée, qui est une bonne élève en mathématiques, explique que les changements d'unités font partie des notions antérieurement étudiées. Elle recherche les continuités et les ruptures au sein des organisations mathématiques travaillées. Alizée mobilise une technique vue précédemment en sixième et à l'école primaire, afin de calculer le périmètre d'une figure : elle utilise des formules. Elle amalgame les nouvelles organisations mathématiques aux précédentes en jugeant de leur pertinence par rapport à son propre répertoire praxéologique antérieur. Le curriculum qu'elle s'offre pour réviser est mis en relation avec les OM existantes et rencontrées antérieurement.

7.1.3 Prolonger l'étude de l'objet *O*

On s'est aperçu que les élèves de y_3 emploient peu de ressources extérieures lors des révisions du contrôle. Alice et Alizée n'utilisent que leur cahier de leçon. Une grande partie de l'étude est déjà réalisée en classe. Emmanuel n'utilise que ses cahiers pour réviser. On constate chez ces élèves qu'il y a une forte référence au milieu d'étude provenant du système didactique principal. Alizée déclare : « le plus gros du travail, finalement, c'est en classe. » On a relevé aussi les propos d'Alice qui dit : « si tu écoutes bien en classe tu sais », sous-entendant « tu sais ce qui est important ». Ils évoquent aussi l'importance de se donner du temps. Par exemple, Calypso parle de travailler « toute la longueur de l'année » et Louis nous indique qu'il faut travailler régulièrement.

7.1.3.1 Geste 8 (δ_8) : Faire des exercices supplémentaires

On a trouvé la réalisation d'exercices supplémentaires chez Louis, dont le père invente les énoncés et remplace le professeur, et chez Léa qui complète les exercices de la classe par l'achat d'un livre par sa mère.

> E : Oui c'est ma mère, elle est stressée alors elle m'achète des trucs pour réviser avant la rentrée.

Léa est induite en erreurs par la formule de l'aire du disque $\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$ donnée par le livre acheté dans le commerce. Léa ne peut exercer aucun contrôle de nature technologico-théorique sur cette formule qu'elle apprend par cœur : la notation « carré » est un ostensif qui n'a pas de sens pour elle et qu'elle va tout simplement oublier parce qu'une organisation mathématique sur les puissances, ne serait-ce que limitée à la définition de l'élévation au carré, n'a pas été enseignée. Elle transforme alors la formule en ce qu'elle connaît : $\left(\frac{D}{2}\right) \times \pi$.

Lors des entretiens, on a pu constater que les autres élèves utilisent peu de ressources extérieures ; les milieux d'étude issus du système didactique principal apparaissent suffisants.

7.1.3.2 Geste 9 (δ_9) : Compléter l'étude par des ressources extérieures à la classe servant de média

Lors de nos entretiens précédents, dans les classes de REP ou issues de milieu rural, nous avions pu constater une forte présence des parents dans l'aide familiale au travail personnel de leurs enfants. Servant d'aide à l'étude, ils occupent de fait, et par intermittence, la place de professeur dans le travail à la maison.

A l'opposé, l'étude quantitative que nous avions menée nous avait permis de conclure à une aide minime des parents lors du travail à la maison des élèves ayant suivi un enseignement bâti sur l'étude et la recherche ; c'est-à-dire sur des AER. Nous nous posions alors la question des raisons pour lesquelles ce taux d'aide hors classe était moins fort chez les élèves enseignés par AER et PER. Une première raison tient bien entendu au fait que les parents ne reconnaissent pas, dans un enseignement par Etude et Recherche, une organisation didactique familière telle qu'ils l'ont connue au cours de leurs scolarité ; ils ne parviennent plus à aider leurs enfants. Nous avions illustré cet argument par les propos d'un parent d'élève qui lors d'une réunion parents-professeurs avait déclaré à un enseignant réalisant des PER : « je ne comprends rien à ce que vous faites mais continuez parce que ça marche ! » C'est ce que dit aussi une mère d'élève d'un collège REP+ à l'une des professeures de mathématiques ayant participé à une opération Institut Carnot de l'Education en Auvergne, pilotée par Yves Matheron et Robert Noirfalise, et dont le propos est transcrit dans le rapport final sur cette opération rédigé en 2020 : « Une maman me

dit : “on ne comprend pas avec mon mari ce que vous faites en maths ! Mais on voit notre fille motivée et qui travaille avec le sourire : donc continuez.” **»**

Les propos d’Emmanuel, élève faible, permettent d’entrevoir une deuxième raison pour expliquer une plus faible implication des parents dans l’aide de leurs enfants enseignés par AER et PER. Emmanuel explique lors de l’entretien :

> C : OK. Tes parents ils te donnent des conseils pour travailler les maths ou pas ?
> E : euh… non pas vraiment. Après, une fois si, elle m’avait donné un tableau en croix, là, un tableau en croix elle m’avait dit. J’ai pas retenu parce que c’était trop compliqué.
> C : D’accord. C’était pas pour ce chapitre là, alors ?
> E : Oui voilà. C’était quand on a fait la proportionnalité.

Emmanuel rejette l’aide de sa mère qui souhaite lui enseigner « les produits en croix » pour résoudre des problèmes de proportionnalité. Il trouve sa méthode « plus compliquée » que celle de la classe (justifiée par les propriétés de linéarité) et qu’il s’est appropriée. Emmanuel, qui est un élève faible, est accompagné par ses parents dans son travail. S’il rejette cette aide, c’est parce qu’il n’en a pas besoin : il a compris, c’est-à-dire qu’il a évalué conforme au rapport attendu son propre rapport établi à partir de ce qui a été étudié durant le temps de la classe. Les AER, qui proposent un élargissement du *topos* de l’élève à partir d’une question qui leur est dévolue, permettent chez les plus faibles de construire des techniques en lien avec les éléments technologiques et théoriques. Le cas d’Emmanuel nous permet aussi de conclure à la validation de notre hypothèse 2.

H_2 : « Les parents accompagnent moins leur enfant lorsqu’il a suivi un enseignement avec des AER car celui-ci sollicite moins d’aide de leur part. Lors des AER, la construction d’organisations mathématiques complètes permet à l’enfant de gagner en autonomie. »

7.1.3.3 Geste 10 (δ_{10}) : Réaliser une fiche révision

Nous avions observé qu’Alicia, élève du collège 2, réalisait des fiches de révision. Parmi les élèves du professeur y_3 du collège 3, seul en réalise Mahmoud, un élève qui ne fait pas partie de notre échantillon mais dont nous avons pu, comme d’autres, connaître certains aspects de leur travail personnel d’étude. Aussi avons-nous tenu à interroger Mahmoud sur cette pratique ; ce que nous avons découvert n’est sans doute pas courant. Il nous explique qu’il construit pour lui-même des contrôles afin de les réviser, qu’il les tape à l’ordinateur, qu’il se note, et rédige une appréciation sur son propre travail ! Plus tard dans l’année, les contrôles se transforment en fiches de révision, constituées d’exercices. Voici, ci-dessous, un extrait de l’entretien avec Mahmoud :

C : Alors comment tu fais, toi, Mahmoud pour réviser les maths ?
E : Je révise à chaque coup, si on fait des choses nouvelles. Je le fais par des schémas. Je fais une fiche de révision.
C : Ah, explique-moi ces fiches de révision.
E : J'écris des fiches de leçon et je les accroche sur mon mur. Je me dis, quand je passe devant, c'est quoi Mahmoud la réponse à ça ?
C : Tu t'interroges, en fait. Qu'est-ce que tu utilises pour la créer ?
E : Tout, la leçon, j'essaie de trouver, si je trouve qu'elle est mieux approfondie.
C : Ok. Pour le contrôle de lundi, si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, ça serait quoi ?
E : Calculer des aires et périmètres du disque… euh du triangle rectangle euh, quelconque aussi, euh des rectangles, des carrés… ben toutes les figures apprises quoi.
C : Quel matériel utilises-tu pour réviser ?
E : Ma calculette.
C : D'accord. Est-ce que tes parents ou quelqu'un t'aide pour les maths ?
E : Non. Je travaille tout seul.
C : Ok. Pour faire des fiches, tu regardes les exercices, la leçon ?
E : ben… je regarde les exercices, ceux où j'ai eu faux en classe et ceux où j'ai eu du mal.
C : Comment tu sais que tu as eu du mal ?
E : Ben je m'en souviens.

Mahmoud repère aussi les exercices qu'il n'a pas réussis en classe. Il s'en souvient. On peut ainsi conclure qu'il les repère à partir des différents types de tâches que les exercices sollicitent. Il se corrige grâce aux corrections des exemples pris dans son cahier de leçons. Mahmoud nous a fourni quelques exemples de contrôles qu'il a réalisés. Le premier concerne les enchaînements de calculs et les priorités opératoires après six semaines de classe. Mahmoud sélectionne les exercices qui lui paraissent être pertinents et change les variables pour fabriquer un contrôle pour lui-même. Ci-dessous figure l'un des contrôles que Mahmoud a conçu pour lui-même ; le style et les fautes d'orthographe qui subsistent plaident en faveur d'une conception par Mahmoud lui-même rédigée sur traitement de texte.

CONTROLE DE MATHEMATIQUES

20/17,5 ④ 3 2 1

bon travail

1) Fais les calculs comme dans les exercices que nous avons fais ensemble . 10/4,5

a) 22 x 4 : 2 = 88 44 0 p

b) 13+ 20 x 2= 66 2,5 j

c) 1000 : 2 x5= 2500 2,5 j

d) 11 + 30 x 2= 82 2,5 j

2)Suis le programme de calculs . 10/10

a) Utilise le chiffre 12:

- choisis un nombre
- additonner par 9
- diviser par 4

(12+9):4=5,25 5 j

b) Utilise le chiffre 20 :

- choisis un nombre
- additionner par 10
- multiplier par 2

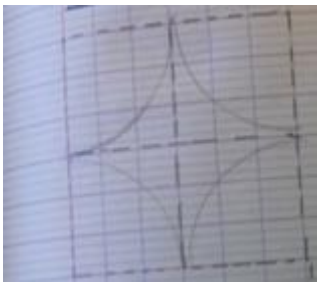
(20+10)x2=60 5 j

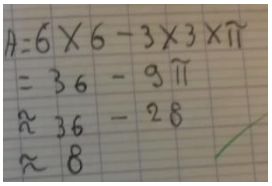
1

Pour ses révisions, Mahmoud prend appui sur le milieu d'étude élaboré en classe. En effet, le premier énoncé qu'il a inventé est : « comme dans les exercices que nous avons fait (sic) ensemble. » Il déclare de plus « je révise à chaque coup. » On remarque que Mahmoud a repéré certaines de ses erreurs mais pas toutes. Pour les exemples b) et d) de l'exercice 1 qu'il a lui-même créés, il n'a pas respecté les priorités opératoires, a d'abord ajouté puis multiplié, et s'est donc trompé, bien qu'il ait considéré justes ses réponses fausses... Au

sein de son noyau cognitif, il occupe la position de professeur qui conçoit un contrôle et évalue la production d'un élève.

Le deuxième contrôle conçu par lui-même, qu'il nous a apporté concerne T_9 « calculer une aire en décomposant en sous-figures ». Il le réalise et se corrige en vert. Il l'appelle fiche de révision. Il l'accroche sur le mur de sa chambre avant le contrôle. Lorsqu'il passe devant le mur, il s'auto-interroge. Dans le collège 3, la fiche de Mahmoud est formée d'un exercice faisant intervenir le type de tâches T_9.





On remarque chez Mahmoud une diminution de la longueur du contrôle, mais une augmentation de la difficulté. Il résout des problèmes pour créer ses contrôles, plutôt que des exercices engageant des tâches simples. On peut relever une différence avec Alicia, élève du collège 2, qui crée elle-aussi une fiche de révision sur les aires. Elle énumère une liste de formules, qui sont des ingrédients technologiques, mais qui ne jouent pas leur rôle de production et justification d'un bloc technico-pratique.

Nous avions précédemment émis l'hypothèse H_3 :

H_3 : « L'enseignement par parcours d'étude et de recherche permet de construire des organisations mathématiques plus robustes et complètes contenant des types de tâches, des techniques mais aussi des technologies. Ainsi les élèves sont donc moins poussés à aller rechercher des ressources à l'extérieur de la classe. »

On peut conclure que les élèves de y_3 utilisent davantage l'OM « équidécomposabilité » travaillée dans la classe, y compris des élèves faibles et moyens. Ils utilisent majoritairement les éléments théoriques pour contrôler leurs techniques et retenir en mémoire les technologies, les formules d'aires. Cela conduit des confusions moins nombreuses dans les formules.

7.2 Noyau cognitif ; parcours positionnel et formatif

7.2.1 Position dans le noyau cognitif et instance évaluatrice

Dans ce paragraphe, on met en évidence, au sein du noyau cognitif, les positions prises par les élèves ayant suivi un enseignement avec AER.

Elève	Position dans le noyau cognitif lors du travail personnel	Instance évaluatrice dans le noyau cognitif lors du travail personnel	Niveau de l'élève
Alizée	p_E	Alizée s'évalue à partir de tâches.	Bon
Alice	p_E et p_P	Alice invente des tâches du même type que la leçon pour se tester	Bon
Calypso	p_E	Calypso	Moyen
Louis	p_E	Père de Louis	Moyen
Emmanuel	p_E	Emmanuel et rejet de sa mère	Faible
Léa	p_E et p_P	Léa	Faible
Mahmoud	p_E et p_P	Mahmoud évalue son rapport personnel en se notant, en s'interrogeant.	Faible

Dans les classes « ordinaires » sur lesquelles porte notre enquête, les bons élèves prennent la position de professeur comme c'est le cas de Mathilde, ou encore de Sarah qui le fait par l'intermédiaire de son frère. Léa et Mahmoud, pourtant élèves faibles mais enseignés par PER, occupent la position de professeur lors de leur travail personnel. Léa écrit la leçon sur son tableau blanc dans sa chambre. Elle se met en scène en tant que professeur jusqu'à reproduire certains des gestes qu'il accomplit. Elle déclare :

C : Oui, Léa, alors comment tu fais, toi pour travailler en maths ? Pour le futur contrôle par exemple.
E : J'écris plusieurs fois et j'écris les calculs et les formules sur mon tableau vu que j'ai un tableau dans ma chambre.
C : D'accord. T'écris plusieurs fois sur un tableau, tu m'as dit, sur un tableau ? Un tableau blanc ? Tableau à craies ?
E : Un tableau blanc et je fais des exercices à côté.

Mahmoud, quant à lui, crée ses propres contrôles. Il s'invente professeur et imagine un sujet d'évaluation susceptible d'être donné lors du contrôle « officiel ». Il se note, se corrige, s'interroge. A contrario, Coline et Coralie, élèves issus du collège 1, ne s'autorisent pas à prendre une telle position. En effet, Coralie s'insurge lorsque je lui demande si elle

réalise toute seule une fiche méthode : « Ah ! Non chez moi c'est les parents qui font ! Et ils me font faire les exercices ! »

Déborah, par exemple, se repose sur son amie, faute d'aide à la maison. Cette dernière lui explique que le nombre π vaut parfois 3,1 et d'autres fois 3,5. Occuper la position de professeur semble jugé illicite aux yeux d'élèves faibles dans les classes enseignées de manière ordinaire. Pour ces élèves, le professeur, en tant qu'auteur de la transposition didactique, est détenteur du savoir ; ce qui est sans doute l'expression d'un rapport social à l'enseignant, qui tend peut-être à disparaître, mais qui le voit en position magistrale. Le principe de cohérence institutionnelle agit comme si chacun, au sein de l'institution, devait rester à sa place. On ne peut alors imaginer que des élèves puissent, ne serait-ce que temporairement et de manière personnelle, pour enseigner à eux-mêmes, occuper la place d'enseignant qui ne saurait leur être attribuée. Ainsi, dans un enseignement classique, des élèves faibles comme Coline et Coralie ne sont pas habilités à réaliser des tâches assignées au professeur.

Tout au contraire, dans la classe de Léa, le travail sous forme de PER a permis la mise en place d'un travail de groupes au sein desquels prendre la position de professeur devient licite. Farida Méjani, dans sa thèse (2018) consacrée aux travaux de groupes dans un enseignement par PER, met en évidence des évolutions topogénétiques et mésogénétiques au profit des élèves à propos de la mise en place d'une AER sur les équations. Elle écrit :

> Ainsi, du point de vue de la topogenèse, les positions des uns et des autres vont en être bouleversées : par exemple, certains élèves, au sein des groupes, pourront occuper, même de manière labile, la position traditionnellement réservée au professeur, enseignant à leurs camarades. (Méjani, 2018, p. 289)

Une telle position occupée et personnellement vécue en classe, parce qu'autorisée et assumée, permettrait de libérer les élève faibles et moyens d'un certain enfermement positionnel d'élève. Prendre la position de professeur est, dans ce cas, autorisée dans certaines situations de classe. Lorsque les élèves sont autorisés à rechercher, non pas des « solutions d'exercices », mais des réponses qui constitutives d'éléments d'organisations mathématiques dont l'institutionnalisation adviendra, ce qui est le cas lors d'Activités d'Etude et de Recherche, leur topos s'élargit.

On observe alors que la position d'enseignant, vécue en classe, se transfère en dehors de la classe chez les élèves faibles, dans leur travail personnel à la maison. Dans les classes enseignées de manière traditionnelle, seuls les bons élèves se permettent de s'affranchir de la position que la forme scolaire « standard » leur attribue, pour accéder temporairement et de manière privée à la position enseignante. Ce qui confirme que la position que se donne un élève lorsqu'il étudie personnellement est vraisemblablement conséquence du *topos* qui lui a été offert au sein de la classe. Lorsqu'ils sont enseignés par PER, les élèves qui tentent de reproduire le système didactique principal, hors classe,

bénéficient depuis leur curriculum d'un parcours positionnel plus efficace pour s'engager dans leur étude privée.

Dans les classes ordinaires, les parents jouent un rôle important, se substituant au professeur dans les missions d'évaluation et de contrôle qu'ils remplissent. A l'opposé, les élèves de y_3, enseignés par PER, s'autorisent une évaluation de la capacité de l'organisation mathématique à réaliser des tâches d'un type donné. A l'exception de Louis, les autres élèves des classes enseignées par PER se posent en instance évaluatrice, quitte à rejeter l'aide de leur parent, comme dans le cas d'Emmanuel. L'importance accordée au bloc technologico-théorique permet de contrôler les techniques apprises. Ces techniques de contrôle offrent la possibilité aux élèves de se poser en tant qu'instances évaluatrices et, dans le cas du thème des périmètres et aires, de leur faciliter la mémorisation des formules et de leur usage.

On peut conclure que d'un parcours positionnel et d'un parcours formatif différents – provenant d'un enseignement standard ou par étude et recherche –, issus d'un curriculum institutionnellement offert en classe, découle des parcours positionnels différents dans les curriculums personnellement vécus en travail personnel hors classe. Le milieu que se mettent à disposition les élèves pour étudier à la maison devient plus efficace dans le cas d'un enseignement par Etude et Recherche, y compris pour des élèves faibles. Cette richesse est conséquence des positions que les élèves s'autorisent à prendre ; soit parce qu'on les leur a fait vivre dans le cas d'un enseignement par Etude et Recherche et que l'occupation de ces positions est alors « naturellement » considérée prolongeable hors du système didactique principal, soit parce que des déterminants sociaux, culturels ou personnels, propres à des élèves singuliers, les autorisent à cela.

7.2.2 Curriculum personnellement vécu

On retrace ici les fragments du parcours positionnel et formatif de deux élèves contrastés de y_3 : Alice, bonne élève, et Louis, élève moyen en mathématiques. Ces deux élèves relisent leur leçon pour réviser. Quelles différences existe-t-il à propos de la réalisation de ce geste entre ces deux élèves et avec ceux précédemment rencontrés dans les autres collèges ?

7.2.2.1 CPV d'Alice

On décrit ici le parcours positionnel et formatif qu'Alice offre à elle-même lors de son travail personnel. Alice, en relisant les formules et les démonstrations de la leçon, occupe la position de celle qui auto-évalue son rapport aux technologies et aux éléments théoriques. Elle refait les exemples de la leçon, pour le parallélogramme, le triangle et le disque. Mais cette révision ne prend pas la forme d'une simple lecture : elle se munit d'un brouillon et invente d'autres exemples du même type que ceux de la leçon, en changeant simplement les longueurs sur les figures. On peut donc conclure qu'à travers ce geste, elle prend la position p_9, de celle qui se créée des occasions de nouvelles rencontres avec les différents types de tâches T_{6T}, T_{6P}, et $T_{6D.}$ Dans son parcours formatif, on trouve

l'équipement praxéologique $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_9)$, relatif à l'OM « équidécomposabilité » des types de tâches T_{6P}, T_{6T} et T_{6D}.

On se souvient que pour Sarah, bonne élève de REP+, c'était son frère qui créait des exercices, même si Sarah en contrôlait le contenu. Pour Alice, c'est elle-même qui les invente. En se créant ses propres exemples elle occupe aussi les positions :

- p_0 : auto-évaluateur de la technique
- p_8 : travailleur de la technique
- p_7 : celle qui relie une technologie à un exemple

Son parcours positionnel est donc constitué de $\dot{p}_{Alice} = (p_9, p_0, p_8, p_7)$ et son parcours formatif est $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_9)$, $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_0)$, $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_8)$, $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_7)$.

7.2.2 2 CPV de Louis

Louis est un élève moyen. Il relit son cours dans sa chambre, dans son lit. Il prend la position de lecteur p_6 ainsi que p_{11} d'auto-évaluateur de la connaissance des technologies. On sait aussi que Louis s'auto-corrige lors du contrôle en classe, notamment pour son rapport à l'aire du triangle par un contrôle recourant aux éléments théoriques. Il est fort probable que ce geste ait aussi été réalisé lors de son travail personnel. Louis occupe alors la position de p_{10} de celui qui contrôle les techniques par le logos. Il porte sur le travail de l'OM équidécomposabilité pour T_{6R}, T_{6C}, T_{6P}, T_{6D} et T_{6T}. Son parcours positionnel est donc constitué de $\dot{p}_{Louis} = (p_6, p_{11}, p_{10})$. Dans son parcours formatif, on trouve $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_6)$, $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_{11})$, $\Pi_{\text{équidécomposabilité}}(p_{10})$.

7.3 Mise en parallèle de techniques d'étude

Tout au long des entretiens, nous avons pu relever certaines similarités dans les techniques d'étude entre les différentes classes. Alors même que dans le paragraphe suivant nous croiserons certaines séries entre elles, nous souhaitons ici établir la synthèse des points communs et des différences, identifiées sur l'ensemble du panel interrogé de manière qualitative.

7.3.1 Des nombres fétiches

Pour plusieurs élèves, nous avons remarqué qu'ils accordaient de l'importance à certains nombres, qui apparaissent comme des nombres fétiches. Il s'agit parfois du nombre trois parfois du nombre cinq. Par exemple, Mathilde (collège 2) lit **cinq** fois la leçon. Calypso (collège 3) lit aussi **cinq** fois la leçon. Bohren, quant à lui, lit **trois** fois la leçon.

On peut relier ces techniques à des gestes rencontrés auparavant dans leur scolarité ou empruntées à d'autres disciplines. Par exemple à l'école primaire, les enseignants demandent aux élèves d'apprendre des mots de vocabulaire. Pour ce faire, ils leur demandent de copier les listes de mots trois ou cinq fois selon l'enseignant. On retrouve

cette pratique en langue étrangère, en anglais par exemple où des listes de mots de vocabulaire sont données à recopier plusieurs fois, et dont le nombre de fois est fixé par le professeur. Les élèves convertissent des gestes rencontrés dans leur curriculum personnellement vécu dans d'autres matières, ou antérieurement peut-être de manière générique – « c'est ainsi que l'on doit faire pour apprendre » –, et les transfèrent aux mathématiques.

7.3.2 « Visualiser dans sa tête » un exemple, à partir de la lecture de la leçon

Mathilde (milieu rural, élève moyenne) lit cinq fois la leçon. Lorsqu'elle récite la formule de l'aire du rectangle, elle imagine « dans sa tête » un rectangle, dont elle invente les dimensions. Mathilde associe la formule à une tâche précise (calculer l'aire d'un rectangle). Elle insère des éléments technologiques, tirés de la leçon « visualisée dans sa tête », dans une tâche appartenant au type de tâches « calculer l'aire d'un rectangle ». Technologies, type de tâches et techniques sont ainsi associés.

Alizée (milieu urbain, bonne élève) lit la leçon puis refait mentalement le début des exemples corrigés qu'elle a rencontrés dans la leçon. Elle ne cherche pas le résultat chiffré, mais elle vérifie plutôt qu'elle « possède la bonne méthode » de calcul, autrement dit elle évalue son rapport à la technique et son adéquation à celle attendue. Elle contrôle son rapport personnel à la technique à travers des exemples de tâches. Ici encore, le bloc pratico-technique et le bloc technologico-théorique sont mis en relation.

7.3.3 Apprendre la leçon en fractionnant la mise en texte

Les élèves convertissent des gestes d'étude propres à d'autres institutions – poésie, classe de langue, école primaire – et les adaptent à l'institution « travail à la maison en mathématiques au collège ». Ils transfèrent des gestes venant de leur curriculum personnellement et antérieurement vécu.

Un même geste, peut être dérangeant dans l'étude pour l'un et permettre des apprentissages pour un autre. Par exemple, Bastien (zone rurale) effectue une relecture de la leçon en fractionnant la mise en texte tout comme le fait Filip (zone urbaine). Bastien ne découpe pas le texte en fonction de la quantité à apprendre, mais en fonction des types de tâches. Il regroupe d'une part tout ce qui concerne T_{6D} « calculer l'aire du disque », et d'autre part et séparément T_{5D} « calculer le périmètre du cercle ». Quant à Filip, il découpe le texte par groupes de mots, en fait une certaine quantité de mots, afin d'alléger un apprentissage « par cœur ». Son fractionnement est sans lien avec le contenu mathématique, contrairement à Bastien. Noa (milieu rural) découpe aussi le texte du savoir, mais c'est pour apprendre en se trompant. En effet, l'ostensif « rayon » comme moitié du diamètre, le pousse à croire qu'il existe une formule de calcul pour le disque à partir du diamètre et une autre à partir du rayon pour le demi-disque.

7.3.4 Utiliser un brouillon lorsqu'on apprend la leçon

Alice, bonne élève, utilise un brouillon lorsqu'elle apprend sa leçon. Pour s'évaluer, elle change la valeur des variables numériques sur les figures. Elle travaille par de types de tâches.

Ophélie, élève d'un niveau faible, révise en se munissant d'un crayon de papier et d'un brouillon. Ophélie identifie les objets à réviser par des numéros dont elle ne sait à quoi ils correspondent.

7.3.5 Faire des exercices

Les bons élèves sélectionnent les exercices en fonction de l'organisation mathématique et les faiblesses qu'ils ont eux-mêmes repérées dans leurs rapports à l'organisation mathématique. Mathilde refait tous les exercices mais sélectionne ceux qu'elle considère problématiques pour elle. Bastien évalue son rapport personnel au type de tâches T_9 lors de la correction d'un exercice à la maison (le « cherchons page 166 »). A partir de la correction, il modifie son rapport à T_9 et, par suite, son équipement praxéologique. Dans son parcours positionnel, il se place en auto-évaluateur de la technique qu'il a mise en place. C'est, depuis cette position, qu'il modifie son équipement praxéologique dans son rapport à la technique. Coline, élève faible, refait de nombreux exercices à partir de mots clefs. Elle recherche sur l'Internet « exercices aires sixième ». Ce mot-clef ramène un contenu trop vaste et la conduit à ne pas réviser les aires de triangles. Les bons élèves s'intéressent aux types de tâches que font travailler les exercices et aux exercices dans leur caractère générique.

7.3.6 Avoir une vue d'ensemble avant de commencer

Alizée, qui est une bonne élève en mathématiques, commence par balayer une première fois la leçon pour se faire une idée de l'organisation de ses révisions. Ce premier niveau de lecture lui permet une évaluation et une première sélection des formules à connaître.

On peut opposer cette démarche à Filip, élève faible, qui commence, lui-aussi, par une première lecture rapide. Ce qu'il évalue, à partir de ce premier niveau de lecture, est la longueur du texte à apprendre. Il compte les pages alors qu'Alizée sélectionne et trie des informations.

7.3.7 Inventer un sujet de contrôle, des exercices

Mahmoud, élève faible dans la classe enseignée par PER, invente des sujets de contrôles auxquels il se soumet, se corrige, se note, se donne une appréciation. Dans son noyau cognitif, Mahmoud prend alternativement la position de professeur, en réalisant des gestes attribués habituellement aux professeurs : noter une copie, corriger une copie, rédiger une appréciation.

Dans la classe de y_1 et la première année, Sarah demande à son frère d'inventer des exercices. On remarque que c'est Sarah qui pilote les exercices en montrant à son frère les

exercices dont il doit s'inspirer. Sarah ne s'autorise pas à créer elle-même les exercices. Elle passe par un intermédiaire, qui n'est autre que son frère, même si en réalité, c'est elle qui dirige l'étude. Il s'agit d'une différence dans un parcours positionnel relativement à Mahmoud. Peut-être parce qu'il est enseigné par PER, il s'autorise à occuper la position de professeur dans son parcours positionnel alors que Sarah, bonne élève en REP, utilise un intermédiaire pour s'autoriser à prendre la position de professeur. Aussi le fait-elle par procuration. Chez Amira, (classe REP, première année) on observe aussi une aide à l'étude du père qui invente des exercices. Le père se substitue au professeur.

7.4 Les gestes de l'étude selon les types d'établissement

Notre méthodologie a permis de comparer des séries d'élèves tout en faisant varier certains critères. Quelles sont les similitudes trouvées lorsqu'on compare ces différentes séries ? Quels sont les résultats mis en exergue par l'enquête quantitative dont l'étude qualitative permet d'apporter des éclairages ? Nous soulignons que cette étude permet de montrer quelques particularités propres aux gestes de l'étude, selon les types d'établissement, mais n'a pas la prétention d'être exhaustive, le domaine de recherche, très vaste, étant encore grandement à explorer.

7.4.1 Particularités des gestes de l'étude des Zones REP

La première série, fixant l'établissement tout en changeant le scénario, concerne les classes 1 et 2 enseignées par y_1 en zone REP. Lors de l'étude statistique nous avions observé de manière significative (p-valeur égale à 0,01) que les élèves issus d'un réseau d'éducation prioritaire discutent moins que les autres en dehors de la classe. Avec une p-valeur inférieure à un millième, nous avions aussi constaté une aide entre pairs moins fréquente en zone REP, et cela de manière statistiquement très significative. Seulement 34 % des élèves s'entraident contre 58 % en zone rurale. 70 % des familles aident leurs enfants en REP.

Même si dans les questionnaires on ne tient compte ni de la nature, ni de l'efficacité de l'aide apportée, il existe un enjeu important autour de l'école qui se traduit par une implication des familles dans le suivi de la scolarité de leurs enfants. Lors de l'étude clinique, nous avons été étonnée de nous confronter à une certaine réticence des élèves de REP à parler de leur travail personnel ; ce que nous n'avons pas observé chez les élèves questionnés dans les autres types d'établissements. L'entretien en REP était plutôt vécu comme une sorte « d'intrusion » dans l'intimité autodidactique des élèves ; celle-ci, relevant du domaine privé, devant y rester.

Anaelle, élève issue du collège Jules Ferry, classé REP, explique qu'elle partage des cours de mathématiques avec une amie du même collège, appartenant à une autre classe.

Mais cette jeune fille est gênée lorsqu'elle nous parle de ce partage, comme si partager quelque chose que vous considérez ne pas vous appartenir était un interdit. Elle nous demande en effet de lui donner notre aval sur cette pratique de partage d'informations sur un cours de mathématiques avec une élève d'une autre classe et donc d'un autre professeur, qui semble à ses yeux, illicite : « ça dérange pas ? » nous dit–elle d'un ton gêné. Anaelle conçoit en effet la leçon issue de la classe comme la propriété intellectuelle du professeur, et qui doit, de ce fait, nullement être communiquée à autrui. Aussi pouvons-nous conclure à l'existence d'une certaine intimité didactique en milieu REP. Ce fait pourrait permettre de comprendre pourquoi les élèves de REP présentent des résultats statistiques faibles en ce qui concerne l'aide entre pairs. Bien sûr, même s'ils sont moins nombreux, existent tout de même des groupes de travail entre élèves de REP.

C'est le cas d'Ismaël qui étudie en binôme avec un camarade de sa classe, bon élève en mathématiques. Ces deux-là se rencontrent au détour d'une contrainte professionnelle du père d'Ismaël : il ne peut pas aller rechercher son fils à la sortie du collège. Les parents de son ami gardent donc Ismaël, en attendant que son père vienne le chercher. L'existence de ce groupe d'étude ne tient donc qu'à un fil et n'existe qu'à l'occasion de circonstances extérieures : les horaires de travail du père d'Isamël.

En zone REP, contrairement à ce qu'on pourrait penser et tout au moins sur celle qui a été l'objet de notre étude, les parents sont très présents dans l'accompagnement des devoirs de mathématiques de leurs enfants. On peut citer Anaelle dont les parents ont prévu toute une organisation pour se procurer les cours lorsqu'elle est malade : photos du cours d'une amie, puis explications par le père qui occupe alors la position de professeur.

En zone REP, une majorité des élèves n'utilisent guère que deux documents seulement (cahier de leçons et cahier d'exercices) ; la p-valeur est significative pour cet item (0,0126). Ces élèves recourent peu à des ressources extérieures. Ils consultent moins que les élèves des autres types d'établissement leur cahier des années passées, et réalisent peu d'exercices supplémentaires (p-valeur à 0,01). On peut penser qu'il existe donc, plus qu'ailleurs, une grande confiance accordée aux ressources internes issues de la classe et une plus grande méfiance face aux ressources extérieures ; ce qui est sans doute un trait explicatif de la prévention à discuter avec d'autres du cours donné par un professeur qui n'est pas le leur.

Comment étudient–ils à partir de ce milieu d'étude restreint mis à leur disposition ? Les élèves qui refont et relisent l'intégralité des exercices issus de la classe, sans sélection préalable, sont plus nombreux : 38 % contre 30 % dans les autres types d'établissement. La possibilité de choisir ainsi des exercices à retravailler à partir d'une évaluation de leur rapport personnel à l'objet d'étude est donc moindre. Les élèves e REP sont moins nombreux à réaliser des brouillons pour leur devoir à la maison : 58 % contre 66 % en ville. On note aussi que les élèves de REP accordent moins d'importance au bloc technologico-théorique. Ils vérifient moins les raisonnements au sein des devoirs à la

maison. Ils sont 36 % contre 50 % en milieu rural et 48 % en ville, cet écart est significatif, puisque la p-valeur est de 0,02. Chez y_1, la première année, dans leur curriculum institutionnellement offert par le système didactique principal, les élèves ne possèdent pas les éléments théoriques nécessaires aux justifications des formules d'aires. Ils n'ont donc pas d'autre choix que de les apprendre par cœur.

On se souvient ainsi de Déborah qui apprend le tableau des formules données en leçon, colonne après colonne, au lieu de l'apprendre ligne par ligne. Les élèves de REP ne cherchent guère à accéder à cette dimension théorique, contrairement aux élèves de zone rurale du collège 2. Ils sont relativement dociles face à l'enseignement qui leur est proposé.

On peut rapprocher ces constats des conclusions dressées par Denis Butlen sur l'enseignement en zone d'éducation prioritaire. Les professeurs négocient à la baisse les enseignements, privilégiant des tâches simplifiées, afin de maintenir une certaine paix sociale. Dans la classe de y_1 le bloc technologico-théorique est restreint. Seuls certains élèves ont la possibilité d'y accéder par l'intermédiaire de leur milieu familial ; c'est le cas de Willane qui s'aperçoit, grâce à sa mère, que le triangle rectangle peut être considéré comme une moitié de rectangle. Avec une p-valeur inférieure à 0,0001, montrant un écart hautement significatif, les élèves de REP sont ceux qui commencent par étudier tout d'abord la leçon, contrairement aux élèves de centre-ville. On peut croiser ce résultat avec la représentation qu'ils ont de la position de « professeur », « maître et possesseur »… du savoir. A ce titre, les élèves sont, de fait, interdits d'occuper cette place. On remarque ainsi, et plus fortement, qu'au sein de leur noyau cognitif, les élèves faibles n'occupent pas la position de professeur. Ils ne se l'autorisent pas, comme c'est le cas pour Coralie qui s'insurge lorsqu'on évoque la possibilité qu'elle crée une fiche de révision, rôle réservé exclusivement au professeur ou à ses parents lorsqu'ils se substituent au professeur dans le système didactique auxiliaire.

7.4.2 Particularités des gestes de l'étude en zone rurale

Nous poursuivons avec l'élaboration d'une synthèse sur les techniques d'étude dans les zones rurales. Nous avions vu, lors de notre analyse statistique et de manière significative (p-valeur à 0,01), que les élèves de milieu rural discutaient davantage que les autres de mathématiques en dehors des cours, à l'occasion de discussions informelles. Nous avions aussi constaté de manière très significative (p-valeur inférieure à 0,001) l'apport d'une aide conséquente des familles en zone rurale, à hauteur de 82 %, contre 70 % dans les autres catégories d'établissement.

Dans notre étude qualitative sur le collège 2, nous avons pu vérifier ce résultat ; que ce soit chez Ophélie, élève faible ou chez Anaelle, élève moyenne, ou encore chez Bastien, d'un bon niveau. Une caractéristique qui a particulièrement attiré notre attention porte sur l'usage du manuel ; usage plus élevé dans les zones rurales. En effet, d'une part 46 % des élèves en milieu rural vont rechercher dans leur manuel des éléments technologiques – propriétés, définitions, théorèmes –, avec une p-valeur égale à 0,0001. D'autre part,

39 % des élèves ont recours à des exemples corrigés issus de leur manuel, de manière statistiquement significative (p-valeur à 0,0055). Cette tendance se vérifie dans le collège 2, où l'on a pu constater un usage fort du manuel et de ressources extérieures.

Les propos recueillis et les analyses des cours nous permettent d'apporter une explication pour ce résultat. Les élèves tentent de compenser de diverses manières les déficits d'une leçon dont la mise en texte est très réduite. En effet, dans notre étude sur les aires, la leçon est constituée d'un formulaire très restreint dont les formules sont livrées sans guère de précision : la signification des lettres n'est pas explicitée, et elles ne sont pas reportées sur les figures. La leçon manque d'exemples d'utilisation des formules au sein de types de tâches et techniques, mais aussi il y manque les justifications des technologies. Les élèves tentent alors de combler les déficits du bloc pratico-technique et du bloc technologico-théorique, sans forcément y parvenir. Ce sont les bons élèves, comme Bastien, qui parviennent à accéder à des fragments d'éléments théoriques, grâce à leur milieu familial.

Les élèves des zones rurales consultent plus fréquemment que d'autres leur cahier des années passées (17,5 %) de manière significative (p-valeur égale à 0,01). Ils réalisent plus d'exercices supplémentaires (p-valeur à 0,001). A l'inverse des zones REP, les élèves des zones rurales cherchent à prolonger l'étude débutée dans le système didactique principal, en se créant un milieu auxiliaire appuyé par les fragments d'œuvres trouvées dans leur manuel. Cette recherche de technologies dans les manuels est à articuler à la conscience de ces élèves en la puissance offerte par les technologies des organisations mathématiques. Les élèves cherchent donc à pallier un déficit de l'enseignement, au niveau du bloc technologico-théorique.

Ce déficit n'est pas caractéristique des zones rurales mais relève d'un phénomène plus général vers lequel tend l'enseignement des mathématiques. Nous avons pu le constater lors de l'analyse des différents cours en ligne sur le site MATHADOC entre les années 2000 et 2017, et à partir de l'analyse des Curriculums Institutionnellement Offerts par les manuels actuels. Soulignons que la raison pour laquelle l'enseignement actuel tend de plus en plus à minorer le bloc technologico-théorique, et cela plus encore en zones rurales, alors même qu'elles sont majoritairement constituées d'élèves issues des classes moyennes, est laissée sans réponse dans notre enquête. Est-ce, à l'instar des zones REP, une volonté des professeurs de simplifier les tâches face à un public supposée de plus en plus difficile ? La question reste entière.

7.5 Les gestes de l'étude dans les classes ordinaires et dans les classes enseignées par PER

Pour élaborer les séries signifiantes propres à la partie de notre méthodologie qu'on peut qualifier de clinique, nous avons fixé le critère « type d'enseignement » et nous avons

fait varier les types d'établissement. Nous avons considéré une première série de deux classes enseignées traditionnellement. L'une interroge les gestes de l'étude d'élèves provenant du collège 2, milieu rural, et l'autre les gestes des élèves du collège 1, issus du réseau d'éducation prioritaire. La deuxième série est construite à partir de deux classes ayant suivi un scénario contenant des AER. Nous avons alors questionné des élèves du collège 1 en REP, et du collège 3 de milieu urbain. Nous avions déjà obtenu des résultats sur le plan quantitatif qu'il convient de croiser avec notre étude qualitative. Autrement dit, quelles sont les conclusions issues de l'analyse statistique et que l'on retrouve dans l'analyse des entretiens ?

7.5.1 Gestes de l'étude et enseignement traditionnel

Les analyses quantitative et qualitative ont confirmé la place incontestable du cahier de cours comme document essentiel pour réviser ; et cela quel que soit son contenu. Le cahier de leçons constitue une référence : 95 % des élèves lisent la leçon de la classe avant un contrôle de mathématiques.

Tous les élèves de notre échantillon qualitatif ont pris connaissance de la leçon correspondant au chapitre à étudier. Le cahier de leçon représente la mémoire de ce qui est censé relever des apprentissages de la classe. Il est aussi utilisé lors du travail quotidien par 86 % des élèves qui le consultent pour trouver une réponse à un exercice sur lequel ils sont bloqués. Les élèves faibles accordent une importance aux éléments matériels et extérieurs aux mathématiques ; c'est le cas de Coralie qui mémorise les mots soulignés dans la leçon, ou encore de Noa, qui doit ranger son classeur. Les bons élèves tentent de décrypter les éléments du contrat didactique attendus du professeur en cherchant à déterminer les praxéologies mathématiques travaillées, sans nécessairement être capables de les verbaliser.

Ainsi Ismaël, en REP, identifie des types de tâches, il mémorise les calculs lorsqu'il relit les formules d'aires. Il cherche à identifier les techniques, comme le fait encore Amira. Cela peut être implicite, comme dans le cas de Sarah qui s'approprie les techniques. Les bons élèves accèdent aux raisons d'être des savoirs, comme encore Sarah, qui sait que les aires et périmètres servent à « calculer des maisons » ou Ismaël qui considère que les aires servent pour « faire des travaux ». Ils identifient des types de tâches qu'ils relient à des techniques, puis à un bloc technologico-théorique. Certains élèves cherchent à généraliser des types de tâches, dans un souci d'économie. Amira, par exemple, n'apprend pas la formule d'aire et de périmètre du carré parce qu'elle sait que c'est un rectangle particulier. Bastien, bon élève, s'appuie sur le bloc technologico-théorique pour apprendre la technique de calcul d'aire du parallélogramme et Willane, s'appuie sur des justifications théoriques pour le calcul de l'aire du triangle. Les bons élèves travaillent ainsi des organisations mathématiques complètes pour lesquelles ils mettent en relation $[T/\tau]$ et [θ /Θ].

Les bons élèves recherchent aussi des continuités et des ruptures entre les organisations mathématiques antérieurement étudiées et celles actuellement à l'étude.

De manière très significative (avec une p-valeur de 0,0013), 30 % des bons élèves utilisent leur cahier de l'année dernière pour résoudre des exercices au quotidien, contre 12 % des élèves faibles. Ambre, bonne élève, se contente de n'apprendre que les formules du parallélogramme et du disque, qu'elle considère comme éléments technologiques nouveaux par rapport à l'année de sixième.

Quant au cahier d'exercices, 60 % des élèves vont y rechercher des pistes de résolution d'exercices et 50 % vont le faire sur l'Internet. 71% des élèves relisent certains exercices, après les avoir sélectionnés, pour réviser un contrôle de mathématiques. 33 % des élèves de collège les refont par écrit sur une feuille ou un cahier de brouillon. 37 % complètent l'étude par des exercices ou des écrits supplémentaires. Certains élèves produisent des fiches de révision, pratique empruntée aux autres disciplines, comme l'histoire.

Les compléments réalisés par les bons élèves et les élèves plus faibles ne sont pas tout à fait de même nature. Coline, élève faible, révise sur les photocopies d'un livre de mathématiques récupéré, mais sur lequel il manque les aires de triangles quelconques ; elle oublie, de ce fait, de les réviser. Elle fait des exercices depuis l'Internet en utilisant des mots clefs très génériques – « aires sixième » par exemple – sans pouvoir définir des types de tâches plus précisément.

On retrouve ce comportement au lycée chez Louise, qui s'engage dans des exercices supplémentaires : elle utilise alors le sommaire de son livre pour trouver les pages qui correspondent au chapitre. Elle ne s'interroge pas sur la nature de l'exercice et le type de problème qu'il représente. Sarah, bonne élève, s'est aperçue qu'elle ne sait pas convertir les unités sans recourir au tableau de conversion. Elle va donc rechercher de l'information au centre Alain Barjavel, qui est une association prenant en charge l'aide aux devoirs. Chez les bons élèves, la recherche de compléments est la conséquence d'une évaluation préalable de l'état de leurs rapports personnels aux organisations mathématiques à réviser, mais aussi à l'organisation mathématique à travailler.

7.5.2 Gestes de l'étude dans un enseignement contenant des AER

Nous avons trouvé des différences statistiquement significatives dans les gestes de l'étude entre les classes ayant suivi un enseignement contenant des AER et celles enseignées de manière plus traditionnelle.

Premièrement, les discussions informelles sont plus importantes (67 % contre 60 %) chez les élèves en contrat A, avec AER ; et cela de manière significative (p-valeur à 0,03). Deuxièmement, l'aide apportée par les familles est moindre, de manière très significative (p-valeur égale à 0,0012) : elle est de l'ordre de 70 % pour les contrats A et de 80 % pour les élèves avec un enseignement plus traditionnel.

Dans notre échantillon qualitatif, les élèves sont autonomes, si l'on excepte Louis qui bénéficie de l'accompagnement de son père. Emmanuel, élève faible, nous confie que sa

mère voulait lui enseigner « les produits en croix » lors du travail de la technique sur la proportionnalité, mais que celui-ci a refusé cette aide. En effet, comme il dit qu'il comprend ce qui est fait en classe, pourquoi compliquer par des techniques exogènes ? Dans les classes avec PER, lors de leur engagement dans des AER, les élèves faibles profitent des interactions entre pairs pour établir un rapport personnel à la construction d'organisations mathématiques complètes. De surcroît, et de manière très significative, ils utilisent beaucoup moins leur manuel de mathématiques pour aller rechercher des propriétés, théorèmes, définitions – 30 % dans un cas contre 44 % (p-valeur valant moins de 0,0001) –, ou des exemples corrigés – 25 % contre 38 % (p-valeur égale à 0,0003).

Les élèves en contrat A vont rechercher ces éléments dans leur cahier de leçons contenant tous les ingrédients de l'organisation mathématique (p-valeur égale à 0,006). Au niveau statistique, on trouve que 53 % des élèves en contrat B, enseignement traditionnel, ont un rapport à l'étude du type « cours puis exercices d'application », alors qu'on n'en trouve que 43 % dans les contrats A, avec une différence significative (p-valeur de 0,0078).

Alice et Alizée, bonnes élèves enseignées par PER, révisent à partir de leur leçon les types de tâches et techniques mais aussi les éléments du bloc technologico-théorique. Calypso et Emmanuel complètent à partir de leurs cahiers d'exercices l'étude du type de tâches T_9, où il s'agit de calculer une aire par décomposition en figures usuelles. On voit apparaître chez des élèves faibles (Emmanuel) et moyens (Calypso) le travail de T_9 alors que dans les autres classes sous contrat B « traditionnel », il n'était guère présent que lors du travail personnel des bons élèves. Les élèves faibles et moyens des classes enseignées par PER osent se confronter à la difficulté. Notons que le nombre de tâches provenant de la classe, et appartenant à T_9, n'y est certainement pas étranger. Pour rappel, chez y_2, seulement trois tâches relèvent de T_9 contre sept chez y_3.

De manière significative encore, les élèves enseignés par PER recourent moins que les autres à des exercices supplémentaires (p-valeur égale à 0,02), et révisent moins les organisations mathématiques des années précédentes (p-valeur égale à 0,0063). En effet, dans la classe de y_3, on peut remarquer que ces exercices sont intégrés au milieu créé en classe. Les types de tâches qui pourraient être encore problématiques font l'objet d'une reprise d'étude lors des phases de questionnement. Par exemple, sur l'affiche dédiée aux questions soulevées par la classe de y_3, se trouvent des questions telles que « qu'est-ce que le nombre π ? », ou encore, au sujet des conversions d'unités « Comment faire avec des virgules ? »

Ces questions relèvent d'organisations mathématiques travaillées en classe de sixième, voire à l'école primaire pour ce qui concerne les conversions engageant des nombres décimaux non entiers. Le système de questionnement dans la classe de y_3 permet de prendre en charge des questions qui appartiennent aux apprentissages des années précédentes et qui pour certaines étaient désormais rangées dans le cadre des rapports personnels plus ou moins privés. Par exemple, on trouve dans la classe de y_3 : « comment

calculer l'aire d'un rectangle ? » Le scénario de type collégial permet de réguler des manques personnels apparus dans des techniques antérieurement apprises.

Dans notre échantillon Léa, enseignée par PER, complète son étude avec un livre parascolaire acheté dans le commerce et qui l'induit en erreur. Elle interprète mal la formule du calcul de l'aire du disque, trouvée dans son livre. Elle utilise la formule $\left(\frac{D}{2}\right) \times \pi$ pour calculer l'aire du disque, oubliant le carré qui représente un ostensif pour elle inconnu. Léa ne confronte pas la formule du cahier de leçon « $\pi \times R \times R$ » à la formule $\left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$ pour la mettre à l'épreuve. On peut penser que le rapport aux éléments technologiques de Léa, engageant des techniques liées au calcul littéral, n'est pas suffisant pour qu'elle puisse le faire. Dans les prolongements de l'étude, on trouve aussi la pratique de fiches de révisions. Chez Alicia, élève faible en contrat B de y_2, on trouve dans sa fiche révision et à l'identique de son cours, une suite de formules sans application. La fiche résumé ressemble à un formulaire. Mahmoud, élève faible de y_3, réalise aussi une fiche de révision sur les aires, contenant un problème appartenant à T_9, figure à décomposer en sous-figures. Chez Alicia, en contrat B, on retrouve l'apprentissage à travers l'organisation mathématique « répétition » développée dans la classe, sans bloc mathématique théorique. Ainsi l'organisation mathématique travaillée dans le système didactique principal a une influence sur les gestes de l'étude à la maison.

Un autre point soulevé par l'étude statistique concerne l'usage des brouillons à la maison. Les activités de recherche étant au cœur d'un enseignement par PER, il n'est pas étonnant d'observer que les élèves en contrat A (70 %) ont un usage plus fréquent des brouillons dans leur travail personnel que leurs autres camarades (52 %), de manière extrêmement significative (p-valeur inférieure à 0,0001). Les élèves enseignés par AER-PER vont rechercher des éléments technologiques dans leurs cahiers de leçons plus que les autres (97 % contre 92 % avec une p-valeur de 0,006). Une première remarque s'impose : le bloc technologico-théorique est présent dans ce mode d'enseignement, ce qui n'est pas toujours le cas : on a pu le constater dans le collège 1 la première année, ou dans le collège 2.

Les élèves en contrat A accordent une importance au fait de justifier, à hauteur de 96 % alors que 89 % des élèves le déclarent dans un enseignement traditionnel. Cet écart est significatif avec une p-valeur de 1 %. Dans notre enquête qualitative, les élèves de y_3 ont accès à un bloc technologico-théorique dans leurs cahiers de leçons et à partir des activités d'étude et de recherche. Des élèves faibles et moyens, Emmanuel, Léa et Louis par exemple, utilisent ces éléments théoriques pour contrôler la technique dans laquelle ils s'engagent. On en perçoit les traces, soit dans les contrôles, soit dans leur discours. Louis, élève de y_3, corrige dans le devoir surveillé, le calcul de l'aire du triangle qu'il avait écrit « base × hauteur » en dessinant le rectangle autour du triangle. Il s'appuie sur les éléments théoriques pour rétablir la division par deux. Ces éléments théoriques lui permettent de produire et de contrôler son rapport à la technique. On trouve ainsi une dimension supplémentaire au rapport au travail mathématique chez les élèves faibles et

moyens enseignés par PER : celle du contrôle par le bloc technologico-théorique. C'est le cas de l'organisation mathématique « équidécomposabilité » qui permet aux élèves d'accéder aux formules en gardant un contrôle par le logos sur la technique de calcul des aires de figures.

Enfin, nous avons trouvé dans le noyau cognitif des élèves faibles enseignés par PER, l'occupation de la position de professeur. Léa, par exemple, s'autorise à occuper cette position dans son travail personnel à la maison. Elle s'imagine professeur, faisant la leçon face à son tableau blanc, dans sa chambre. Dans les classes ordinaires, nous n'avions trouvé l'occupation de cette position que chez les bons élèves.

8. Conclusion générale

Dans ce chapitre conclusif, et comme cela relève de sa fonction, nous souhaitons exposer les principaux résultats de notre travail. Nous nous sommes intéressée aux praxéologies d'étude des élèves en dehors de l'école, mais pour l'école, en fonction des types d'établissement, du niveau de classe, des niveaux des élèves en mathématiques et du type de contrat instauré dans la classe : traditionnel ou par étude et recherche. Les gestes d'étude à l'intérieur du système didactique auxiliaire, relevant du domaine privé, ont été interrogés à travers des questionnaires et des entretiens. Ce travail permet d'appréhender une certaine réalité des gestes de l'étude des mathématiques de collégiens de la région Auvergne, à travers une étude clinique et à travers une étude statistique, dont l'échantillon, rappelons-le, est représentatif de sa forte proportion de zones rurales. L'objectif était de recueillir des éléments de réponses aux trois questions suivantes :

> **Question 1** : Quelles sont les techniques d'étude, voire les praxéologies d'étude des collégiens en mathématiques, développées lors du temps d'apprentissage et hors du temps d'enseignement ?
>
> **Question 2 :** Quel milieu, au sein du schéma herbartien, se donnent les collégiens dans leur travail personnel, hors du temps de la classe de mathématiques ?
>
> **Question 3** : Quelles sont les techniques d'étude manquantes chez les collègiens ? Pour quelles raisons ne vivent-elles pas dans « l'institution collège » ? A quelles conditions pourraient-elles vivre ?

Nous terminerons cette conclusion en abordant les limites auxquelles s'est heurté ce travail de thèse ainsi que les perspectives et champs d'ouvertures potentiels qu'offre cette recherche.

8.1 Les principaux résultats de recherche

Commençons par revenir sur quelques-uns des différents résultats obtenus à l'issue de notre recherche. Certaines conclusions issues de l'étude quantitative ont pu être complétées par l'analyse qualitative.

Le premier constat qui nous a frappée à partir du dépouillement de notre étude par questionnaires tient en l'utilisation par les élèves faibles de termes très généralistes tels que « bien écouter », « être attentif », lorsqu'ils évoquent leur manière d'apprendre. A l'inverse les bons élèves emploient quant à eux des termes spécifiques aux mathématiques, tels que « démontrer », ou encore « apprendre les définitions et les

propriétés », montrant qu'ils réfèrent leurs techniques d'étude à la spécificité d'une discipline ; dans ce cas aux mathématiques.

L'usage d'un vocabulaire « généraliste » chez les élèves faibles, et non pas spécifique aux mathématiques, ne tient pas à une imprécision du contenu de leur discours, mais à la réalité des techniques personnelles qu'ils mettent en œuvre : autrement dit, leur *logos* est effectivement relatif à leur *tekhnè*. Par exemple Filip, élève faible, fractionne pour l'apprendre le texte du savoir en groupes de mots ; que ce soit en mathématiques comme sans doute dans d'autres disciplines. Les premiers apprentissages sont ainsi faits : la poésie que l'on apprend mot après mot, puis vers après vers, puis strophe après strophe. Cette technique d'étude à laquelle ils se sont assujettis, et qui correspond à la fonction qu'on leur dit devoir assumer pour remplir leurs premiers devoirs d'élèves d'étude hors de la classe, semble relever d'un assujettissement durable chez les élèves faibles ; une sorte de technique propre au contrat pédagogique, valable quelle que soit la discipline recourant à un support écrit. Chez Filip, est présente l'idée qui provient de ce qui se dit dans la société, et aussi parfois à l'école et dans sa noosphère, soit donc ce qui relève des idéologies, que l'apprentissage ne peut être qu'un construit individuel. L'enquête statistique nous éclaire ainsi sur l'impact de la société sur l'une des dimensions du rapport à l'étude, sur les positions d'élève et de professeur : transparaît toujours, chez les élèves faibles, la vision d'un professeur en position magistrale, transmettant *son* savoir à l'élève ; celui-ci, qui « écoute bien », apprend de la sorte, et la fiction d'une coïncidence entre temps d'apprentissage et temps didactique perdure.

Il existe une proportion plus forte de très bons élèves, avec un écart très significatif (p-valeur à 0,005), qui révisent leur contrôle une semaine à l'avance. Nous pouvons articuler ce résultat avec les déclarations des bons élèves lors des entretiens : ils révisent au fur et à mesure de l'avancée du temps didactique, comme c'est le cas d'Alizée qui « règle tout de suite les problèmes. » Seulement 5 % des élèves faibles révisent une semaine à l'avance le contrôle à venir. Les élèves faibles ont des difficultés à identifier et « régler les problèmes », évoquant leurs révisions par des mots très génériques comme « aires », voire même en évoquant des numéros de notions comme les utilise le professeur y_2, sans référer à leurs contenus.

Le rapport au professeur vu en position dominante, de surplomb, en tant que propriétaire du savoir à partir de *son* cours, freine chez les élèves des zones les plus socialement fragiles comme le sont les REP, le débat sur les réponses $R^{\Diamond}$ auxquelles ils pourraient accéder, afin de les mettre à l'étude, les valider ou les invalider. En effet, nous avons pu constater, à partir de l'enquête statistique, que dans les réseaux d'éducation prioritaire, les discussions informelles autour des mathématiques – dans le bus, dans les couloirs, ou dans les cours de récréation – sont, de manière significative, numériquement inférieures de 10 % à celles des autres établissements. Les élèves de REP, comme c'est le cas d'Anaelle, osent du bout des lèvres avouer ce qu'elle considère comme un délit : elle partage ses cours avec une camarade d'une autre classe qui n'a pas le même professeur.

Pour analyser ce phénomène et les techniques de travail des élèves, nous avons modélisé l'étude personnelle d'un élève à l'aide du schéma *herbartien*, en le complétant par les derniers développements de la TAD présentés par Y. Chevallard lors du cours avancé n°3 à Barcelone en juillet 2019. Dans cette approche, nous observons les noyaux cognitifs formés de la base cognitive et de l'index cognitif. La base cognitive est composée de deux éléments, l'instance $\hat{\imath}$, l'élève qui étudie dans le cas qui nous intéresse, et l'objet O à étudier. Ainsi l'élève $\hat{\imath}$ engagé dans son travail personnel, doit être capable d'identifier les praxéologies travaillées et de les mettre en œuvre. L'efficacité de l'élève est donc à rechercher, à partir de cette approche, dans sa capacité à gérer son équipement praxéologique. Lors de notre recherche, nous nous sommes attachés à mettre en relation les praxéologies d'étude des élèves avec les Organisations Mathématiques enseignées et les Organisations Didactiques mises en place dans la classe. Aussi avons-nous croisé le Curriculum Institutionnellement Offert (CIO) dans la classe, dans les manuels et autres ressources[57] à disposition de $\hat{\imath}$, et les fragments de Curriculums Personnellement Vécus (CPV) que nous avons pu recueillir. Notre étude clinique a permis de démarquer plusieurs cas.

Premièrement, il existe des CIO issus de la classe ou de manuels scolaires, qui sont relativement pauvres ; c'est le cas de l'enseignement dispensé par le professeur y_2 en milieu rural. Sur cet exemple, la leçon tirée du cours en classe et qui est à l'identique celle issue du manuel, est réduite à une liste de technologies non démontrées et sans bloc pratico-technique. C'est encore le cas du cours qui figure dans le cahier de Filip auquel nous avons pu accéder. Pour le cours de cet élève de 5^{e} en zone urbaine, la propriété d'équidistance des points de la médiatrice et sa réciproque, toutes deux écrites dans la leçon, ne sert à éclairer aucune technique. Dans le milieu rural étudié, on observe une mise en texte du savoir peu fonctionnelle pour son étude : des leçons composées d'une liste de formules et un enseignement basé sur des exercices, mettant en avant des types de tâches et techniques occultant le bloc technologico-théorique. Les exercices travaillés montrent un déséquilibre entre modélisation des grandeurs avec et sans mesure, et peu de tâches appartenant à T_9, qui auraient engagé la décomposition d'une figure en sous-figures.

On y observe que Bastien, d'un bon niveau, doit compléter le milieu de la classe par des éléments du bloc technologico-théorique, grâce à sa mère. Ces suppléments lui permettent de mémoriser la formule de calcul de l'aire du parallélogramme, par découpage et recollement d'une partie de la figure. Il a alors recours à une praxéologie autodidactique de mémorisation des formules que nous avions appelé praxéologie « équidécomposabilité ». Cet accès à une dimension technologico-théorique n'est guère le fait que de son appartenance à un milieu familial soucieux de combler les manques des organisations mathématiques enseignées à l'école. Les élèves de milieu rural qui n'ont pas cette chance tentent de compenser ce manque grâce à leur manuel. Cette observation qualitative, portant sur le recours au manuel, est à croiser avec les résultats statistiques

[57] J'évoque ici l'Internet chez Coline ou les livres parascolaires en vente dans le commerce chez Léa ou Ophélie.

qui révèlent la nécessité, chez les élèves des zones rurales observés, de consulter davantage leur manuel ; cet écart apparaît de manière statistique extrêmement significatif (p-valeur égale à 0,0001). Consultant leur manuel, ils y rencontrent le même manque relatif au bloc [θ/Θ]. Ils n'ont alors pas d'autre choix que d'apprendre « par cœur », sans pouvoir s'appuyer sur une dimension technologico-théorique permettant de justifier et donc de mémoriser. Ce qui les conduit lors du contrôle, et comme on a pu le constater sur le thème des périmètres et aires de figures usuelles, à une confusion entre formules à utiliser pour répondre aux tâches qui leur sont demandées. La qualité de l'organisation mathématique enseignée, ou son absence, influe directement sur la reproduction des inégalités sociales : certains élèves bénéficient d'une compensation depuis leur milieu familial, d'autres, qui n'ont pas cette possibilité, se réfèrent à leur manuel qui présente le même déficit mathématique.

Lorsqu'on compare nos résultats à ceux de Félix datant de 2004, on constate une nette évolution. En effet, les manuels, qui pouvaient agir comme des médias, dans un curriculum institutionnellement offert plus riche, sont employés actuellement comme de simples recueils d'exercices. Notre analyse des différents cours issus du site MATHADOC entre les années 2000 à 2004 et ceux de 2017 montre un dépérissement des démonstrations. Par exemple, en 2017, on ne trouve que peu d'éléments pour justifier la formule d'aire d'un disque, celle d'un triangle ou celle d'un parallélogramme, contrairement aux années 2000 où, même partiellement, cela n'était pas le cas. L'évanouissement du bloc technologico-théorique gagne les cours actuels et les manuels. Les outils mathématiques ou autres pour cette technologie ont disparu ; c'est même le cas de technologies expérimentales telles, par exemple, que l'usage du tour de ficelle pour déterminer une approximation de la circonférence du cercle.

Le professeur y_2 apparaît très sensible aux effets de cette réduction qui, en définitive se transmettent jusqu'au niveau des gestes de l'étude de certains de ses élèves. C'est par exemple le cas de Noa, élève faible de y_2, qui infère de manière erronée à partir des ostensifs qu'il trouve dans la leçon du cahier. Le manque d'explicitation, ainsi que le vide technologico-théorique induisent Noa à croire qu'existent deux formules pour les aires de disques : l'une pour les demi-disques à partir de leur rayon et l'autre pour les disques complets à partir du diamètre. Les élèves faibles et moyens de y_2 sont privés de la possibilité d'un contrôle mathématique sur ce qu'ils apprennent.

Dans le cas de Louise, élève de 1re, le Curriculum qui lui est Institutionnellement Offert (CIO) est, lui-aussi, assez pauvre ; dans ce cas encore, il est restreint au bloc pratico-technique, sans lien avec le bloc technologico-théorique. Il s'agit d'une liste d'exercices, avec mise en valeur de quelques résultats technologiques saillants, au fil des exercices. Pour Louise, qui prolonge et approfondit son étude à partir de nombreux exercices supplémentaires qu'elle travaille, le bloc $[T/\tau]$ est bien présent. Cependant, à partir des tâches qu'elle rencontre à travers son travail, elle ne parvient pas à accéder au type de tâches. La « remontée » vers le type de tâches ne peut se faire car la généralité n'apparaît pas pour elle à travers des techniques similaires, la dimension technologique qui produit

et justifie les techniques étant absente. Revenant au niveau du collège, chez Filip élève de 5e, que nous avions observé dans un dispositif d'aide au devoir à propos du thème des médiatrices du triangle, on assiste à un enfermement dans un bloc technologico-théorique évinçant le bloc pratico-technique. Pour Louise, élève de 1re, tout au contraire il existe un cloisonnement dans un bloc pratico-technique occultant le bloc technologico-théorique. Ces différents cas nous montrent une réduction de l'Organisation Mathématique dans le Curriculum Institutionnellement Offert (CIO) par l'enseignement dispensé, mais aussi dans le CIO que s'offre l'élève. Trois types de tâches essentielles à une étude efficace sont alors manquants :

- Associer à une technologie, un type de tâches et une technique
- Associer à une tâche un type de tâches
- Justifier et s'engager dans un bloc $[T/\tau]$ à partir d'un bloc technologico-théorique

Dans la classe de y_3, enseignée par PER, le Curriculum Institutionnellement Offert par l'enseignement dispensé en classe est davantage complet, ce qui a pour conséquence d'enrichir le Curriculum Personnellement Vécu (CPV) de l'élève.

En effet, dans le cas spécifique du thème des aires et périmètres, l'organisation mathématique pensée *a priori* et effectivement étudiée, fournit d'une part un équilibre entre les deux modélisations que nous avons mises en exergue – l'abord des aires avec ou sans mesure – et le type de tâches T_9 et, d'autre part, l'assurance de la présence des blocs technico-pratique et technologico-théorique ; autrement dit il s'agit de deux organisations mathématiques complètes.

Lorsqu'on se penche sur l'organisation didactique mise en place par y_3 à partir d'activités d'étude de recherche, le moment de construction du bloc technologico-théorique permet aux élèves, à qui les questions sont dévolues, de relier $[T, \tau]$ à $[\theta/\Theta]$. La mise en relation des deux blocs, pratico-technique et technologico-théorique, appartient en partie au *topos* de l'élève en classe qui reste sous la direction du professeur. On constate alors des effets non négligeables sur les techniques personnelles d'étude. En effet, l'analyse statistique a montré que les élèves enseignés par PER ont recours plus que les autres à la consultation des éléments du bloc technologico-théorique dans leur cahier de leçon (p-valeur égale à 0,006). Le bloc technologico-théorique leur permet certes de produire des techniques, mais aussi et surtout d'avoir un contrôle sur l'usage de celles-ci. C'est ce que l'on observe chez Louis, élève de y_3, qui se trompe dans le calcul de l'aire d'un triangle en omettant de diviser par deux, puis qui se corrige en ayant recours au *logos,* en traçant pour cela le rectangle d'aire double. Dans la classe de y_3 vit ainsi la possibilité de techniques de contrôle, ce qui enrichit les situations possiblement didactiques. Les ostensifs peuvent faire sens en se comportant en média enrichissant des rapports personnels d'élèves.

Les élèves enseignés par PER poursuivent l'existence plus ou moins labile de communautés scientifiques entre camarades, prolongeant l'étude au-delà de la classe

dans leur travail à la maison. On le constate à partir des résultats statistiques à travers des discussions informelles entre camarades plus fréquentes (p-valeur égale à 0,039). L'aide au travail personnel procurée par les familles est moindre (p-valeur égale à 0,0012) : les élèves sont davantage autonomes. Ce résultat est à croiser avec la mise en exergue de l'index cognitif lors de l'étude qualitative.

En effet, l'existence d'un index cognitif, comme élément du noyau cognitif, apparaît essentiel lorsqu'on s'intéresse aux gestes de l'étude. On y trouve la micro-institution I à laquelle appartient l'élève $\hat{\imath}$, souvent constituée de l'élève, d'un parent ou d'un camarade, puis la position que $\hat{\imath}$ occupe dans I ainsi qu'une instance évaluatrice. Dans les classes enseignées de manière ordinaire, en l'absence des y « aides à l'étude », on observe chez certains bons élèves une alternance des positions p_E, position d'élève, et p_P position de professeur. C'est le cas de Mathilde par exemple, qui lorsqu'elle se fait réciter la leçon, pose à elle-même des questions puis se répond, dans un dialogue imaginaire entre deux personnes, élève et professeur. Pour les autres élèves et lorsqu'une aide à l'étude – souvent l'un des parents – existe, c'est cette aide à l'étude qui cherche à imiter la figure du professeur. Cette aide à l'étude, occupant la position de l'enseignant, devient alors souvent aussi une instance évaluatrice. Elle juge de la conformité du rapport personnel de l'élève aux objets de savoir ; mais cela parfois de manière pertinente et parfois non. Les apports de la mère de Willane, élève de y_1 enseigné traditionnellement, sont par exemple bénéfiques : ils lui permettent d'accéder à la justification de la formule de l'aire du triangle. Inversement chez Jade, élève de la même classe enseignée par y_1, sa sœur l'invite à penser les technologies à travers des images curieuses : l'aire est vue comme un « hamburger » par exemple. Dans les classes enseignées de manière traditionnelle, les élèves faibles restent généralement en position d'élève dans le système auxiliaire, sans prendre une position de professeur qui s'enseigne à lui-même.

Aussi peut-on envisager le fonctionnement du système didactique auxiliaire comme une tentative de « reproduction » de l'institution « classe ». La mise en scène de cette « reproduction » est plus ou moins théâtrale selon les élèves, mobilisant plus ou moins de matériel. Nous pouvons citer quelques exemples pour s'en convaincre :

- Léa utilise un tableau blanc et fait la leçon, comme le professeur la fait.
- Mahmoud se donne des contrôles qu'il évalue, note et annote.
- Le frère de Sarah invente des exercices et les donne à résoudre à sa sœur
- La mère de Bastien se place en position magistrale et enseigne à Bastien ce qu'il faut qu'il sache
- La « tata » de Coline lui donne des exercices puisés dans un livre parascolaire de mathématiques. Elle l'accompagne, comme le fait un professeur, dans la résolution d'exercices sur l'Internet.

Les praxéologies d'étude se nourrissent des divers fonctionnements des différentes institutions auxquelles se sont assujettis les élèves, même dans le cas où ces institutions ne sont qu'évoquées et que l'assujettissement n'a lieu que par la pensée : « c'est ainsi que cela doit se faire, même si c'est ailleurs ». Les techniques personnelles d'étude des élèves sont conséquences des formes d'étude qu'ils ont rencontrées, émanant des institutions

auxquelles ils se sont assujettis, de celles auxquelles ils croient devoir s'assujettir ou dont ils ont su, pour certaines, se libérer. Ces techniques peuvent provenir du milieu familial. Ismaël, bon élève de REP, s'approprie une technique qui lui a été transmise par son père : il constitue un répertoire de mots. Mais en l'absence d'une « norme » comme pouvait l'être le « travail en étude » dans les anciennes formes scolaires, il peut s'agir de techniques plus personnelles, liées à des assujettissements extérieurs. Par exemple, en REP encore, Amira invente des histoires de princes charmants pour mémoriser les formules. Jade imagine une limace qui fait le tour du rectangle pour aller manger la salade pour symboliser le périmètre.

Le fonctionnement du système didactique principal peut aussi jouer un rôle dans les gestes de l'étude développés par les élèves. C'est ce que nous avons observé dans la classe de y_3, enseignée par PER, et à partir de laquelle les élèves s'autorisent à devenir leur propre instance évaluatrice, comme c'est le cas d'Emmanuel et de Léa, qui sont des élèves faibles. Ils s'autorisent aussi à occuper la position de professeur au sein de leur noyau cognitif. Léa s'enseigne à elle-même en mimant le professeur sur le tableau blanc qu'elle a dans sa chambre. Mahmoud, élève faible, crée pour lui-même un sujet d'évaluation, se donne une note, se corrige. A contrario, dans les classes ordinaires, Coralie ou Coline élèves faibles de la classe de y_1, se l'interdisent. Dans ce type de classes, ce sont seulement les bons élèves qui occupent la place de professeur dans leur travail personnel hors classe, et parfois de manière détournée comme c'est le cas de Sarah, élève de la même classe enseignée par y_1. Endossant le rôle de professeur, elle dicte à son frère ce qu'il doit écrire. La position de professeur, dans le système auxiliaire hors classe, semble être parfaitement assumée chez les élèves enseignés par PER. Tous ces indices convergent vers le fait que l'enseignement des mathématiques par PER, élargissant le topos des élèves par leur engagement dans la construction d'une organisation mathématique complète, permet d'influencer de manière bénéfique les techniques d'étude personnelles des élèves.

8.2 Modèle de structuration du milieu et confrontation au travail de Castela

Castela s'est intéressée au travail personnel des lycéens et des étudiants. Aussi souhaitons-nous croiser ses résultats avec les nôtres afin d'identifier les points communs et les différences avec ce que nous avons observé de l'étude personnelle des collégiens. A cette fin, elle a modifié le modèle de structuration du milieu initialement proposé par Brousseau, puis repris et développé par Margolinas, complété par F Genestoux. Ci-dessous, le modèle avec les compléments qui lui ont été apportés.

Tableau 2 : Modèle de structuration du milieu modifié

M3 : M-de construction		P3 : P noosphérien		Sur-didactique
M2 : M-de projet	**E2** **E-étudiant autonome**	P2 : P constructeur		
M1 : M-didactique	**E1 :** **E-étudiant localement autonome**	P1 : P projeteur		
M0 : **M- de résolution de problèmes**	**E0 :** **E-élève-du-Professeur**	P0 : Professeur-pour -l'élève	S0 : Situation Didactique	Didactique
M-1 : M-de référence	**E-1 :** **E-résolveur de problèmes**	P-1 : Professeur en action	**S-1 : Situation de résolution de problèmes**	A- didactique
M-2 : Milieu objectif	E-2 : E agissant	P-2 : P Observateur	S-2 : Situation de référence	
M-3 : Milieu matériel	E-3 : E objectif		S-3 : Situation objective	

Nous ne nous intéressons qu'aux niveaux E0, E1 et E2 qui concernent le travail personnel de l'élève en dehors de la classe.

Selon Castela, ces trois niveaux placent l'élève dans une situation « d'apprenant dans une étude personnelle et autonome ». Nous souhaitons mettre en évidence, à travers les cas d'élèves que nous avons détaillés précédemment, que l'étude personnelle au collège se démarque de celle relevée par Castela au lycée et à l'université. Les trois positions que nous considérons sont donc :

E0 : E-élève du professeur
E1 : E-étudiant localement autonome
E2 : E-étudiant autonome

Ces niveaux laissent envisager une progression dans l'autonomie de l'élève face à son travail personnel, d'une faible autonomie à une autonomie très grande.

La position E0 se distingue des positions E1 et E2 par le lien que l'élève entretient dans sa relation didactique avec le professeur de la classe. Dans ce niveau, E0 est animé par la volonté de suivre les apprentissages émanant du système didactique principal. Il se confronte au milieu créé par le professeur de la classe. Il valide ou invalide par comparaison aux corrections des exercices du professeur et il interagit avec son enseignant, en lui posant des questions. Ce travail peut être en décalage avec celui de l'avancée de la classe. Dans E0, Castela repère deux types de gestes qu'elle décompose en sous-gestes. Le premier type de gestes accompli en E0 est constitué « **des gestes d'évaluations de l'état de l'apprentissage, relatifs aux exercices faits dans S0 ».** Ils sont eux–aussi en progression :

- Le geste de lire directement le corrigé
- Le geste de faire de tête puis de confronter au corrigé via des allers et retours sur des parties plus ou moins courtes

- Le geste de refaire entièrement, par écrit et à partir de l'énoncé d'origine, puis de confronter au corrigé

Au fil de nos entretiens, nous avons nous-aussi rencontré ces trois gestes. Nous souhaitons cependant apporter des compléments relatifs à ce qu'il se joue au collège. Ambre, bonne élève, relit les corrigés, ce qui la place dans le sous-geste 1. Alizée refait de tête les exercices de la leçon puis vérifie avec la correction, alors qu'Alice écrit entièrement les exercices sur une feuille de brouillon, les positionnant respectivement dans les sous-gestes 2 et 3. Alice et Alizée obtiennent toutes les deux la note de 18,5.

Au collège, l'accomplissement de ces trois gestes peut amener vers de très bons résultats, sans que l'un soit plus efficace que l'autre. On peut invoquer le fait qu'au collège les organisations mathématiques sont de nature différente par rapport à celles enseignées au lycée ou à l'université. Nombre d'entre elles sont ponctuelles ou locales, ce qui rend possible la mémorisation « de tête » de toutes les données d'un exercice. Dans un exercice relevant du lycée ou des études supérieures, il est plus difficile de mener la résolution du début à la fin, sans rien en écrire. L'ampleur des organisations mathématiques entre les différents niveaux de classe, qui suit la progressivité instituée à l'école et qui va du simple au complexe, joue aussi sur les gestes de l'étude.

Par ailleurs, Ophélie refait par écrit tous les exercices et confronte ses réponses au corrigé (sous-geste 3). Pourtant, elle obtient la note de 2 sur 20. La différence est à rechercher au collège dans la nature de la rétroaction de la réponse de l'élève. C'est ainsi que nos analyses se sont appuyées sur la recherche des noyaux cognitifs, et dans ces noyaux, à la fois sur la position de l'élève dans l'institution et sur le rôle de l'instance évaluatrice.

Noa évalue la qualité de son rapport au chapitre sur le thème des périmètres et aires : pour cela, il cache les mots de la leçon et les récite mentalement, il obtient 6 sur 20 au contrôle. S'engager dans des gestes d'auto-évaluation de son rapport à l'apprentissage d'éléments d'organisations mathématiques au cours de son travail personnel n'est pas le propre des bons élèves ; Noa en est un exemple. Mais Noa, élève faible, évalue son rapport à ce que l'on pourrait désigner du nom de technologies « gratuites » pour lui, parce qu'il ne sait pas à quoi elles servent : c'est-à-dire que Noa ne les mobilise pas pour activer personnellement le bloc pratico-technique. Son rapport personnel ne recouvre pas une organisation mathématique qui, depuis son rapport personnel, serait complète dans la mesure où son rapport ne contient pas une articulation entre pratique et logos. Le cas de Déborah, élève faible, confirme encore que la majorité des élèves, quel que soit leur niveau, évaluent leur rapport personnel aux objets de savoirs, c'est-à-dire à des éléments d'organisations mathématiques. Déborah déclare que « tous les exercices sont durs » ; autrement dit que son rapport à l'identification d'une tâche, voire d'un type de tâches, et que la mise en œuvre de la technique qui permet de la réaliser, lui posent problème. Marvyn, élève moyen, dit réviser l'aire du disque, puisqu'il juge qu'il ne maîtrise pas cette « notion » ; autrement dit que son rapport au type de tâches qui demande le calcul de l'aire

du disque, et donc à la technique appuyée sur l'une ou l'autre des formules qui la donnent et qui figurent dans son cours, est encore problématique pour lui.

Chez les bons élèves comme chez les élèves faibles, l'évaluation de leurs rapports personnels à partir de leur noyau cognitif, semble toujours présente. Que ce soit à travers leur lecture, leur réalisation ou leur réécriture, les exercices leur permettent d'accomplir des gestes d'évaluation. Quels sont alors les éléments qui permettent de distinguer les bons élèves des élèves plus faibles dans l'évaluation de leur rapport personnel ?

Lors des entretiens, nous avons pu relever que les déclarations des élèves faibles sont de nature très binaire (difficile/facile), sans prise en compte de l'organisation mathématique travaillée. Ainsi Déborah (faible) déclare laconiquement : « C'est dur pour moi » ; et Coralie (faible) : « C'est juste, les conversions, c'est dur. »

Les propos d'Ophélie (faible) vont dans ce sens :

> O : Ben déjà, y'a les deux : le 13 et le 12.
> C : Et tu saurais m'expliquer pourquoi ils sont difficiles ?
> Mmh blanc…
> C : tu m'expliques ce que c'est ?
> O : Ben c'est l'aire du ... **(elle dessine un cercle avec sa main)** et là aussi.
> Ben je pense que ceux-là ***(elle me montre les aires des triangles et des parallélogrammes)*** sont plus faciles.
> C : D'accord. Pourquoi ?
> O : Ben je ne sais pas. Ben je pense que je vais surtout faire ceux-là ***(elle montre les disques.)***

Amira (niveau moyen) se met en colère lorsqu'on lui demande comment elle fait pour savoir ce qu'elle sait et ne sait pas. A l'opposé, les bons élèves sont capables de décrire avec plus de précisions leurs difficultés, en se basant sur l'organisation mathématique : ils évoquent par exemple leur rapport personnel aux techniques associées à des types de tâches. De même, les élèves enseignés par PER évaluent les techniques mises en relation avec des technologies ainsi exercent un contrôle des techniques à partir du bloc technologico-théorique.

On peut aussi rajouter que les corrigés ne sont pas les seuls moyens de parvenir à une évaluation de « l'état de l'apprentissage ». En effet d'autres médias, à partir desquels tirer des informations, peuvent jouer le même rôle : manuel, leçon, Internet, parents, ou encore discussions informelles avec un camarade. On peut par exemple citer les cas de Coline, qui va consulter un manuel parascolaire, ou celui d'Ismaël qui travaille en binôme avec son ami et qui, à partir de ce travail en commun, modifie son équipement praxéologique relatif aux unités. Notons que chez Castela, le recours à d'autres médias se situe exclusivement dans les niveaux E1 et E2. On peut regretter que le modèle qu'elle utilise ne prenne pas

en compte les élèves faibles qui utilisent des documents provenant de l'extérieur de la classe, soit hors S0, mais aussi les bons élèves qui n'utilisent que les documents de la classe et que l'on peut pourtant qualifier d'autonomes.

En fait, tout semble dépendre du curriculum institutionnellement offert (CIO) mis à disposition par le professeur de la classe. En effet, nous avons observé que les élèves ont principalement recours à un média extérieur à la classe lorsqu'existe un manque mathématique, et sans doute aussi un manque positionnel offert lors de l'étude en classe – mais l'observation de ce point aurait nécessité une observation *in vivo*, en classe – au sein du système didactique principal, et qu'ils tentent alors de combler. Autrement dit, les élèves savent évaluer, à partir des besoins qu'ils éprouvent pour surmonter les difficultés personnelles qu'ils rencontrent, des manques dans les curriculums que l'institution leur offre : essentiellement le professeur et les manuels. Parvenir à les combler n'est pourtant pas assuré. Par exemple, Ophélie, élève faible, utilise le « Bled des mathématiques » mais ne parvient pas à en tirer les informations qui lui manquent. Ce geste ne la mène pas vers une situation didactique ; ou plutôt autodidactique dans ce cas. Alice, très bonne élève, révise exclusivement à partir des documents de la classe.

On peut sans doute supposer qu'au lycée, en fonction des programmes et du nombre d'heures imparties, il est moins facile qu'au collège de ne pas être contraint de prolonger l'étude, sans compléments extérieurs. Castela souligne d'ailleurs ce point dans son travail, en parlant des étudiants et lycéens de filière scientifique :

> En d'autres termes, les problèmes donnés à résoudre suscitent des besoins de connaissances mais le processus de construction de ces connaissances pratiques utiles n'est que partiellement accompagné didactiquement, il exige donc de l'étudiant qu'il prolonge son étude au-delà de la situation didactique. (Castela, 2012, p. 59)

Le deuxième type de gestes identifié par C Castela concerne ceux qui visent à pallier les ignorances diagnostiquées

Pour ce second type de gestes de niveau E0, elle identifie les sous-gestes suivants :

- Lire le corrigé avec pour finalités « Comprendre et mémoriser »
- Refaire l'exercice par écrit jusqu'à obtenir une solution identique à celle du professeur
- Solliciter l'aide du professeur.

Ce deuxième type de gestes est évidemment à relier à l'évaluation du rapport personnel. En effet, c'est bien parce que l'élève constate, à partir de son noyau cognitif, qu'il ne sait pas résoudre une tâche, qu'il va s'engager davantage dans l'étude. Il doit au préalable avoir rencontré son ignorance comme besoin d'un changement et d'un enrichissement de son rapport. Cependant, il ne s'agit pas toujours d'ignorance au sens de manques, comme nous l'avons précisé dans le paragraphe 5.6.

Les bons élèves revivent en effet des moments de nouvelle première rencontre lors de leur travail personnel. Ils se donnent une nouvelle chance de rencontrer les éléments des organisations mathématiques, leurs raisons d'être, etc. Ils organisent cette rencontre à partir de leur propre évaluation de leur rapport personnel et n'ont pas peur de s'y confronter. Ainsi Ambre, bonne élève, sélectionne puis approfondit les exercices qu'elle dit ne pas savoir faire. Le milieu que se donnent les bons élèves est d'autant plus riche mais n'est pas nécessairement plus complet, dans le sens où il ne contient pas toujours la possibilité de combler des manques à partir des réponses qu'il peut fournir. Des élèves y renoncent par anticipation, alors qu'ils ont identifié leurs propres manques dans leur rapport personnel à certains objets mathématiques. Louis, élève moyen, ou encore Coline, élève faible, ne révisent pas les conversions d'unités : ils les ont évaluées trop difficiles depuis leur noyau cognitif. Ils font donc sciemment ce qu'on appelle « des impasses » dans le jargon scolaire.

Nous avons aussi pu croiser des chemins d'élèves qui nous permettent de renoncer à certains mythes scolaires :

- Le mythe d'un milieu créé par le professeur qui serait intégralement importé par les bons élèves dans leur milieu d'étude personnel
- Le mythe d'un milieu d'étude créé par le professeur que les élèves faibles n'importeraient que de manière partielle, créant ainsi un « *milieu à trous* » personnel.

Par exemple, l'équipement praxéologique d'Alizée contient un rapport aux techniques de calcul de périmètres à partir des formules : pour le rectangle $P = (L + l) \times 2$. Elle les applique et les comprend parfaitement depuis la classe de sixième. En classe de cinquième, la technique institutionnellement utilisée dans sa classe est celle qui consiste à ajouter tous les côtés, sans recourir aux formules. Alizée juge plus économique de continuer à utiliser les formules qu'elle connaît. Elle se place ainsi à l'écart des attentes du professeur envers la part du contrat didactique qui incombe aux élèves, et maintient l'usage de la technique précédemment enseignée et apprise. Dans la classe de Marvyn, en sixième, le professeur attend par contre l'utilisation des formules de périmètres qu'il demande d'apprendre « par cœur ». Aidée par sa mère, Marvyn préfère la technique qui consiste à effectuer la somme de tous les côtés. A partir de son noyau cognitif, il l'évalue plus efficace. Les bons élèves évaluent leurs rapports aux techniques et les intègrent ou non dans leur propre équipement praxéologique.

Selon Castela, au-delà de E0, c'est-à-dire dans les niveaux E1 et E2, il y a « clôture de la relation didactique » : élève et professeur ne coopèrent plus. Les élèves recourent à des systèmes didactiques auxiliaires au sein desquels l'élève générique E1 est appelé *étudiant localement autonome* et l'élève générique E2 *étudiant autonome*. Pour E1 et E2, existe une possible intervention de personnes qui aident à l'étude : parents, fratrie ; ou encore des ressources matérielles complémentaires : manuel, livre parascolaire, annales. Castela développe trois sous-gestes d'étude relativement aux niveaux E1 et E2 :

- Développer des moments de travail de la technique et d'évaluation d'une nouvelle technique
- Développer la technologie et l'institutionnalisation d'une technique nouvelle
- Reprendre l'étude d'une praxéologie ancienne

A partir de notre approche qualitative, nous avons pu observer les mêmes gestes que ceux trouvés par Castela au-delà du niveau du collège. Mais au collège on trouve aussi ces gestes pour E0, sans qu'il y ait nécessairement clôture avec le système didactique principal. C'est ainsi qu'Ophélie, élève faible, va rechercher dans le « Bled des mathématiques » des compléments pour parvenir à calculer l'aire d'un triangle d'un exercice donné à travailler à la maison. Elle rencontre à cette occasion ses manques à partir de son travail à la maison, alors que la relation didactique n'est pas encore close. Elle ressent le besoin d'introduire dans son milieu d'étude de nouveaux objets. Mais les ostensifs qu'elle trouve dans cet ouvrage ne peuvent se comporter en médias car leur prise en mains nécessite un rapport à des technologies hors de portée d'Ophélie.

Quant à Bastien, il développe des moments de travail de la technique et évalue une technique qui paraît « nouvelle » à ses yeux. En effet, lors de son travail à la maison, il a résolu un exercice appartenant à T_9 par une différence d'aires, prenant en compte une aire plus vaste. La correction en classe est réalisée à partir de la somme d'aires formant une partition de la figure. Bastien en déduit que sa technique, pourtant juste, est fausse, et qu'il doit obligatoirement utiliser des sommes. La correction en classe du professeur va induire chez Bastien l'intégration d'une technique juste mais aussi le rejet d'une technique tout aussi correcte. La correction de l'exercice se comporte comme un média lui renvoyant le message d'une technique fausse.

De plus, si un rapport adéquat aux technologies chez les bons élèves est effectif, le développement de la technologie est aussi présent chez les élèves faibles, mais ne fait pourtant pas d'eux des élèves localement autonomes. Par exemple, Déborah développe pour elle-même un rapport erroné à des technologies. Pour évoquer le périmètre, le professeur y_1 utilise en classe l'image d'une fourmi qui marche tout autour d'un rectangle ; le chemin qu'elle parcourt représente le périmètre de la figure. Déborah transforme les propos de y_1 en une fourmi qui « traverse » le rectangle, dénaturant le sens et l'objectif assignés initialement à l'usage de cette métaphore par le professeur. Comme on sait des conséquences très souvent malheureuses de l'usage des métaphores, celle qui dans ce cas voudrait jouer une fonction technologique, n'a rien de mathématique et ne permet pas de nourrir un bloc pratico-technique. Déborah, qui a sans doute déjà observé le déplacement des fourmis, sait bien qu'elles ne parcourent pas soigneusement et linéairement les côtés d'un rectangle mais que, lorsqu'elles rencontrent une forme qui ressemble à un rectangle, le traversent d'une manière qui parfois nous paraît erratique. Les interventions du professeur, en tant que média, peuvent aboutir à des situations anti-didactiques comme dans le cas de Déborah, selon le rapport au contenu du média que l'élève se donne.

Les élèves construisent, ou on leur construit, un milieu ; tout d'abord à partir des rapports qu'ils ont antérieurement établis aux objets du milieu. Dans ce milieu, certains

éléments se comportent comme des médias, que ce soit dans E0 ou dans E1. En effet, même lorsque le professeur est présent, l'élève interprète le curriculum institutionnellement offert à partir de son curriculum antérieur personnellement vécu ; c'était sans doute le cas de Déborah. En E1, l'élève est, selon Castela, *localement autonome* : il complète l'étude. Que ce soit chez Léa, Coline, ou encore Coralie, qui sont des élèves faibles, toutes trois rajoutent des objets au milieu issu de la classe. Se créent alors des interactions entre le curriculum institutionnellement offert par le professeur, celui offert par d'autres ressources comme l'Internet, des manuels, divers médias comme les parents, etc., et celui qui relève du curriculum antérieur personnellement vécu. Le milieu personnel auxiliaire auquel on aboutit alors n'est pas forcément pertinent et n'amène pas nécessairement vers des situations possiblement didactiques.

Les raisons d'être de tels gestes sont à rechercher dans les rapports qu'ont établis les élèves à ce que doit être l'étude des mathématiques, et qui proviennent d'assujettissements divers, sans doute de nature sociale ; du rapport qu'ont la société, ou des groupes sociaux, à ce que doit être l'étude en général et l'étude des mathématiques en particulier. Sous un rapport où l'apprentissage est synonyme de répétition et de quantité de travail, se trouvent des élèves comme Coline, qui pratique de nombreux exercices supplémentaires trouvés sur l'Internet, ou sur un livre parascolaire, sans succès. Sous un rapport à l'étude où l'ostension est mise en avant et où le professeur règne en maître, se trouvent des élèves qui ne s'autorisent pas à occuper la position de professeur, comme c'était le cas de Coralie. Ces rapports, comme on l'a vu dès les premiers chapitres de cette thèse, sont ceux largement véhiculés par les acteurs du système éducatif eux-mêmes ; par les professeurs, par les instructions ou commentaires officiels, par différents acteurs, plus ou moins noosphériens, qui s'intéressent et écrivent sur les systèmes éducatifs et les apprentissages des élèves. Au regard de ces différents éléments, nous proposons une classification qui se base davantage sur le parcours positionnel que s'offre l'élève qui étudie.

8.3 Parcours positionnel dans le système didactique auxiliaire et classification en types de tâches d'étude

L'élève à la maison poursuit son parcours formatif depuis une position qu'il occupe dans son parcours positionnel. Il se donne ou on lui donne un milieu d'étude qui, possiblement, lui permettra de provoquer un changement de son rapport personnel aux objets de savoirs et, on l'espère, une modification positive de son équipement praxéologique. Les élèves intègrent dans leur équipement praxéologique des praxéologies issues des institutions qu'ils côtoient ou ont côtoyées : l'institution scolaire, celle formée par la classe, celles rencontrées à partir de la cellule familiale.

En l'absence de praxéologies d'étude institutionnellement estampillées, il existe un éclatement et une diversité de praxéologies socialement estampillées et qui percolent. Dans cette partie, nous tentons de rassembler l'ensemble des positions que notre recherche a permis de rencontrer à partir des différents parcours positionnels observés et qui correspondent à des positions d'étude que nous pensons génériques. Pour chaque position et parmi les gestes d'étude accomplis depuis celle-ci, nous avons dégagé des types de tâches d'étude qui favorisent la mise en conformité à celui institutionnellement attendu du rapport personnel de l'élève à une organisation mathématique. Nous avons choisi une classification différente que celle, trop générique, qui consiste à énumérer les gestes habituels tels que lire la leçon, faire des exercices, etc.

En effet, ces gestes trop génériques ne peuvent être appréhendés qu'à partir des fonctions différentes qu'ils remplissent au sein du système didactique auxiliaire. Par exemple, selon les élèves qui les accomplissent, plus particulièrement selon le niveau de l'élève en mathématiques, un même geste, tel par exemple que celui consistant à lire la leçon, peut avoir plusieurs fonctions dans l'étude. Notons que les indices des positions intervenant dans le parcours positionnel suivaient l'ordre de leur apparition. Dans un souci de synthèse, nous avons réorganisé les positions, c'est-à-dire les fonctions assignées à ces gestes. Mais on retrouvera ci-dessous, et entre parenthèses, les indices des numérotations antérieures qui suivaient leur rencontre au fil de ce travail de recherche. Nous avons fait le choix de distinguer six positions :

- La position $p_{recherche}$ de celui qui cherche des $R\Diamond$ (anciennement p_{13})
- La position $p_{détermination}$ de celui qui cherche à déterminer les enjeux de l'étude
- La position $p_{travailleur\ technique}$ de celui qui travaille le bloc pratico-technique (anciennement p_8 et p_9)
- La position $p_{mémorisation}$ de celui qui cherche à mémoriser des éléments de l'OM
- La position $p_{évaluation}$ de celui qui cherche à évaluer la conformité de son rapport personnel aux différents éléments de l'OM ; auto-évaluateur d'éléments de l'OM (anciennement p_0 ; p_{10} et p_{11})
- La position $p_{intégration}$ de celui qui cherche à intégrer les OM travaillées au sein d'OM antérieurement travaillées.

Nous décrivons ces six positions de manière plus précise ci-après.

8. 3. 1. La position $p_{recherche}$ de celui qui cherche des $R\Diamond$ (anciennement p_{13})

L'élève cherche à intégrer des réponses $R\Diamond$ dans son milieu d'étude afin d'améliorer ou de construire un rapport personnel à l'OM étudiée. Ce geste peut être réalisé à partir des œuvres de la classe, du manuel, de livres parascolaires, de l'Internet, du discours du professeur, des discussions informelles avec des amis, ou avec ses parents. Une telle intégration d'œuvres dans le milieu d'étude ne mène pas nécessairement à une situation didactique.

- $T_{recherche\ \_\theta}$ ***Rechercher des ingrédients de*** [θ/Θ].

L'élève recherche des ingrédients du bloc technologico-théorique. C'est le cas d'Alicia et Bastien qui complètent leur étude par les technologies trouvées dans le manuel, ou celui d'Anaelle qui utilise parfois l'Internet pour rechercher des définitions.

- $T_{recherche\ \_\tau}$ ***Rechercher des exemples ou des exercices corrigés***

L'élève recherche des ingrédients du bloc pratico-technique à travers des exemples corrigés. Louise recherche un exercice corrigé issu de la classe pour réussir à établir un rapport technologique à la formule $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$. Léa recherche dans son livre parascolaire acheté dans le commerce un exemple corrigé sur la technique τ_{6D} permettant de calculer l'aire d'un disque. Sarah ne sait pas convertir les unités sans tableau de conversion ; elle va donc rechercher l'information au centre Alain Barjavel d'aide aux devoirs.

8. 3. 2. La position $p_{détermination}$ de celui qui cherche à déterminer les enjeux de l'étude

Il s'agit d'une position où l'élève cherche à délimiter les enjeux de l'étude et les objets de savoirs à connaître pour le contrôle. Nous avons pu constater qu'en fonction du niveau de l'élève, la différence réside essentiellement dans la détermination ou non d'organisations mathématiques. Noa et Ophélie, élèves faibles, déterminent les enjeux de l'étude par des numéros de notions. Coline, élève faible, le fait via des intitulés très larges comme « aires sixième ». Plus l'élève a établi un rapport conforme aux mathématiques en général, plus il sait appréhender les organisations mathématiques en commençant par des types de tâches. Il associe alors des techniques aux différents types de tâches identifiés et rend intelligible la technique par l'éclairage venus d'éléments du bloc technologico-théorique. Les bons élèves travaillent les mathématiques en saisissant leur dimension praxéologique la plus complète possible, et en tentant pour cela de « coller au plus près » à l'organisation mathématique développée en classe lorsque celle-ci est effectivement complète, ou alors en cherchant à la compléter.

- $T_{détermination\ T}$ ***Identifier des types de tâches***

Il s'agit, à partir des différentes tâches rencontrées lors des exercices et/ou des exemples de la leçon, de reconnaître des familles ou classes de problèmes et, par suite, de déterminer des types de tâches. Alice, en inventant des tâches similaires à celles de la leçon, identifie les différents types de tâches entrant dans la composition de la leçon. Les bons élèves travaillent dans une perspective de généralisation et de décontextualisation. Ils recherchent, à partir de la pratique des exercices, à dégager une certaine généricité (p-valeur égale à 0,04).

- $T_{liaison\ de\ t\ à\ T}$ ***Associer une tâche à un type de tâches***

Ce type de tâches d'étude concerne la capacité à associer une tâche à un type de tâches donné. Les bons élèves cherchent à déterminer à quels types de tâches appartiennent les différentes questions de tel ou tel exercice afin d'engager la ou les techniques. Ismaël nous montre ainsi un exercice qui « va tomber » en s'exclamant « celui-là ! pas le même, mais du même genre ! ». Sans forcément pouvoir les verbaliser, ils associent des types de tâches à des techniques.

- $T_{liaison\ à\ T}$ ***Associer un type de tâches à une technique.***

Il s'agit de la corrélation entre le type de tâches *T* et la technique. Lors du travail (relecture ou réalisation) des exercices ou la relecture du cours, les bons élèves relient les types de tâches à des techniques. Bastien cherche à identifier la technique associée à T_9 à partir de l'exercice de la patinoire. Les très bons élèves, pour 59 %, déclarent dégager des méthodes générales à partir des exercices. Au plan statistique cet écart est significatif avec une p-valeur de 0,04. Lors des entretiens, les bons élèves reconnaissent des types de problèmes dans les exemples et exercices. Alice, par exemple, refait les exercices de la leçon en changeant les variables numériques, montrant ainsi qu'elle a établi un rapport à la notion de types de tâches.

- $T_{détermination\ \theta}$ ***Associer à une technologie un type de tâches et une technique***

Il s'agit de justifier une technique par une technologie. Amira, par exemple, relie la technique de calcul de l'aire du triangle à la formule $c \times h \div 2$.

- $T_{détermination\ \Theta}$ ***Justifier une technologie par des éléments théoriques***

Ce type de tâches d'étude consiste à rendre intelligible la technologie grâce aux éléments théoriques. C'est le cas de Bastien qui comprend la formule de l'aire du parallélogramme grâce au découpage et recollement d'une partie triangulaire de la figure, soit grâce à des éléments de Θ_H.

- $T_{motivation}$ ***Connaître des raisons d'être aux OM***

Les bons élèves accèdent aux raisons d'être des organisations mathématiques étudiées. C'est le cas d'Ismaël qui sait que les aires et les périmètres servent « à faire des travaux ».

8. 3. 3. La position $p_{travailleur\ technique}$ de celui qui cherche à faire fonctionner l'OM et à s'entraîner dans le bloc pratico-technique

Il s'agit pour l'élève de s'engager dans un moment de travail de la technique. Lors du travail (relecture ou réalisation) des exercices déjà traités en classe ou inédits, les élèves cherchent à travailler la technique. Dans notre étude, les élèves réalisent des exercices

pour s'entraîner à la réalisation de types de tâches relatifs aux calculs d'aire. Cette position correspond à celle trouvée précédemment, nommée « position de travailleur de la technique » p_8. La position se décompose en deux étapes : d'abord se donner un exercice, dans lequel interviendront un ou plusieurs types de tâches, puis le résoudre. L'élève cherche donc à entraîner la technique, sur de nombreux exemples afin d'en parfaire sa maîtrise. Le bon élève recherche à accéder à une certaine économie : par exemple, pour Amira il suffit d'avoir établi un rapport à l'aire du rectangle : l'aire du carré en est un cas particulier.

- $\boldsymbol{T_{rencontre}}$ ***Se créer une nouvelle rencontre avec T***

Il s'agit pour l'élève de s'offrir l'opportunité de rencontrer un type de tâches. Cette nouvelle rencontre peut être produite par l'élève lui-même ou par une aide à l'étude, ou encore à partir d'un média matériel comme un ordinateur associé à l'Internet. Elle peut se réaliser à travers la lecture de la leçon ou la réalisation d'exercices. C'est le cas d'Alice qui invente des exercices à partir de la leçon. Ou encore le cas du père d'Amira qui invente des exercices permettant à sa fille de réaliser une nouvelle rencontre avec les types de tâches T_{6R} et T_{6T}. C'est aussi l'exemple de Coline qui provoque pour elle-même une nouvelle rencontre avec T_5 « calculer le périmètre d'un polygone » grâce aux exercices interactifs de l'ordinateur.

Les élèves enseignés par PER, y compris les élèves faibles, créent pour eux-mêmes de nouvelles rencontres avec une variante de T_9, types de tâches plus complexes où il faut décomposer la figure en plusieurs figures usuelles.

- $\boldsymbol{T_{engagement\ \tau}}$ ***S'engager dans un bloc*** $\boldsymbol{[T/\tau]}$ ***à partir d'un bloc technologico-théorique***

Il s'agit d'un engagement dans la technique grâce au bloc technologico-théorique. Pour s'engager dans le type de tâches T_{6P}, calculer l'aire d'un parallélogramme, il faut au préalable que l'élève reconnaisse un parallélogramme, ce qui n'est pas toujours si simple pour un élève de collège : souvenons-nous d'Alicia qui avait confondu trapèze et parallélogramme. La figure étant identifiée, elle doit être associée à la « bonne » formule pour pouvoir initier le calcul associé à la tâche. Là encore ce travail peut être déclenché à partir d'une mémorisation par cœur, ou à partir du bloc technologico-théorique. Dans la classe de y_2 ce travail est réalisé en l'absence de bloc technologico-théorique. L'engagement dans la technique des élèves faibles se fait à partir d'un apprentissage par cœur. Aussi peut-on relier ce type de tâches d'étude au type de tâches déjà mentionné plus haut $\boldsymbol{T_{détermination\ \theta}}$.

- $\boldsymbol{T_{engagement\ \tau}}$ ***S'engager dans un bloc*** $\boldsymbol{[T/\tau]}$ ***à partir d'un ostensif déclencheur***

Pour s'engager dans type de tâches, un ostensif peut servir de déclencheur. Pour Noa, le rayon d'un cercle déclenche le calcul d'aire du demi-disque et le diamètre le calcul d'aire du disque entier.

8. 3. 4. La position $p_{mémorisation}$ de celui qui cherche à mémoriser des éléments de l'OM

- ***$T_{mémoriser\ \tau}$ Mémoriser un bloc $[T/\tau]$***

Il s'agit de mémoriser une technique associée à un type de tâches précis, en vue d'être capable de la reproduire le jour du contrôle. Amira, Bohren apprennent des techniques à partir des exercices. Noa se remémore les moments vécus en classe pour se rappeler des techniques de calculs d'aires.

- ***$T_{mémoriser\ \theta}$ Mémoriser une technologie***

Ce type de tâches consiste à mémoriser un ensemble de technologies, comme par exemple les formules d'aires. Nous avions déjà dégagé deux praxéologies d'étude, dont l'une repose sur un apprentissage « par cœur » et l'autre sur le bloc technologico-théorique. Nous avions constaté que la mémorisation via le *logos* dépendait, dans les classes ordinaires, des assujettissements familiaux, mais était mise à disposition de tous les élèves dans l'enseignement par PER, amenant à une démocratisation des mathématiques.

8. 3. 5. La position $p_{évaluation}$ de celui qui cherche à évaluer la conformité de son rapport personnel aux différents éléments de l'OM

- ***$T_{évaluer\_rapport\ à\ \theta}$ Evaluer son rapport à la connaissance d'une technologie***

Ce type de tâches consiste à évaluer son rapport de connaissance des éléments technologiques. Le parent qui fait réciter les formules d'aires tente d'évaluer un rapport personnel à la connaissance d'une technologie. Les exercices interactifs issus du livre de y_2 par exemple, évaluent la connaissance des technologies d'aires en proposant des formules à compléter. Ceci n'implique pas forcément de faire fonctionner cette technologie à travers un type de tâches. Par exemple, la mère de Bohren fait réciter à son fils l'égalité « 1 m^2 = 100 dm^2 » sans lui demander de l'appliquer dans un exercice de conversions.

Aussi est-il judicieux de coupler ce type de tâches, comme le font les bons élèves, aux deux types de tâches suivants :

- ***$T_{évaluer\_rapport\ à\ \tau}$ Evaluer la conformité de son rapport personnel au bloc $[T/\tau]$***

Il s'agit, à travers la réalisation ou la relecture des exercices ou encore au travers d'exemples corrigés, d'évaluer la conformité de son rapport personnel au bloc pratico-technique. Alizée commence à résoudre mentalement les exemples de la leçon et vérifie qu'elle utilise la bonne technique. Elle évalue ainsi la conformité de son rapport personnel au bloc $[T/\tau]$. On peut associer une technique qui consiste à tester son rapport personnel à travers une tâche choisie selon un type de tâches déterminé, à travers un exemple corrigé de la leçon, du livre, du cahier d'exercices. Le contrôle de la mise en œuvre de cette tâche peut alors se faire grâce au bloc technologico-théorique. L'élève prend la position

d'auto-évaluateur de son rapport personnel. On constate des similitudes avec le professeur, qui évalue ses élèves. Il crée un contrôle formé d'exercices, lit les copies puis les compare à une norme attendue, tout en contrôlant les écrits des élèves grâce aux éléments du bloc technologico-théorique.

- $\boldsymbol{T_{contrôler\ \tau}}$ ***Contrôler la technique à partir du bloc technologico-théorique***

Le type de tâches d'étude $\boldsymbol{T_{contrôler\ \tau}}$ consiste à contrôler les techniques utilisées à partir du bloc technologico-théorique. Cette vérification relève d'une position d'évaluation.

Les bons élèves contrôlent les techniques apprises grâce au bloc technologico-théorique. Sur le plan statistique, il existe un écart hautement significatif entre les très bons élèves et les autres au sujet de la vérification des raisonnements dans les devoirs à la maison (p-valeur inférieure à 0,0001). Louis, Alice ou Bastien contrôlent leurs formules par un découpage-recollement de la figure. Les élèves faibles de y_2 apprennent par cœur les formules de calculs d'aires et les confondent le jour du contrôle. Lorsque les bons élèves ne sont pas sûrs de la technique, ils utilisent reviennent une technique de contrôle par l'intermédiaire des éléments technologiques. On a constaté une évolution entre les cours actuels et les cours des années 2000. La mise en texte du savoir, et particulièrement tout ce qui a trait aux ingrédients théoriques qui justifient les technologies, s'évanouissent. On a aussi pu constater que, parfois, le bloc technologique est amené par les familles, ce qui renvoie à la question des inégalités sociales. Les élèves faibles et moyens éprouvent ces manques, essaient d'accéder à des blocs technologico-théoriques, mais sans y parvenir.

Lors du contrôle, Louis, élève de y_3, pour calculer l'aire d'un triangle, commence par écrire la multiplication de la base par la hauteur puis se corrige, en complétant son calcul par une division par deux. Cette correction est apportée à partir du tracé du rectangle, qui engendre pour Louis une rétroaction. On remarque que les élèves enseignés par PER recourent au *logos* non seulement pour mémoriser les techniques, mais aussi pour les contrôler.

- $\boldsymbol{T_{erreur}}$ ***Identifier qu'une technique comporte des erreurs***

Dans l'exemple précédent Louis se rend compte que sa technique est erronée. L'instance évaluatrice n'est autre que Louis lui-même. Il se peut que cette identification soit réalisée par une aide à l'étude, un parent ou un ordinateur, ou toute instance pouvant potentiellement devenir instance évaluatrice. Coline, lorsqu'elle réalise les exercices interactifs, est corrigée par l'ordinateur. Enzo, quant à lui, est corrigé par sa mère.

8. 3. 6. La position $p_{intégration}$ de celui qui cherche à intégrer les OM travaillées au sein d'OM antérieurement travaillées

Cette position consiste à comparer l'OM institutionnellement enjeu de l'étude en cours, avec certaines OM des classes précédentes ; l'objectif étant d'intégrer de nouveaux éléments au sein de son équipement praxéologique. Il s'agit d'un repérage de la frontière entre ce qui a été précédemment travaillé et ce qui concerne l'étude actuelle. Les bons

élèves utilisent dans leur travail quotidien leurs cahiers des années passées plus que d'autres (p-valeur égale à 0,0013). Ce qui montre qu'ils cherchent à tisser des liens entre anciennes et nouvelles praxéologies mathématiques. Ils déterminent en quoi les anciennes praxéologies leur permettent d'en construire de nouvelles. Ambre sait par exemple qu'elle a déjà étudié les périmètres et les aires des disques : « moi je l'avais fait en primaire. » Bastien nous confie qu'il révise « le parallélogramme plus que les autres parce que les autres on les connaissait déjà. »

- $T_{Comparer}$ ***Comparer deux techniques***

Il s'agit de comparer deux techniques pour un type de tâches donné. Sarah va chercher des réponses auprès des éducateurs du centre social Barjavel afin de convertir des unités. En effet, en classe le professeur utilise la technique τ_{82} de multiplication et de division alors qu'au cours des années précédentes, Sarah employait la technique du tableau de conversion. Elle compare ainsi la technique pour réaliser $T_{8,}$ convertir des unités d'aires, issue de la classe qu'elle fréquente cette année à celle des années antérieures.

- $T_{Agréger}$ ***Agréger plusieurs OM***

Pour ce type de tâches, il s'agit de lier entre elles plusieurs OM. Grâce à l'aide de sa mère, Bastien, bon élève de $y_{2,}$ établit un lien entre les praxéologies issues de la modélisation des aires sans mesure, étudiées antérieurement, et les praxéologies étudiées en classe, relatives au calcul d'aires par formules, inscrites dans Θ_L.

Il est évident qu'en collège ce type de tâches est beaucoup moins répandu qu'au lycée ou dans les études universitaires : les OM étant souvent ponctuelles, ou locales.

Récapitulons sous la forme de tableau les types de tâches intervenant dans l'étude des collégiens.

$p_{recherche}$ **celui qui cherche des R◊**	$p_{détermination}$ **celui qui cherche à déterminer les enjeux de l'étude**	$p_{travailleur\ technique}$ **celui qui travaille le bloc pratico-technique**	$p_{mémorisation}$ **celui qui cherche à mémoriser des éléments de l'OM**	$p_{évaluation}$ **celui qui cherche à évaluer la conformité de son rapport personnel aux différents éléments de l'OM**	$p_{intégration}$ **celui qui cherche à intégrer les OM travaillés au sein d'OM travaillés antérieurement**
$T_{recherche\ \_\theta}$ Rechercher des ingrédients de [θ/Θ]. $T_{recherche\ \_\tau}$ Rechercher des exemples ou des exercices corrigés	$T_{détermination\ T}$ Identifier des types de tâches $T_{liaison\ de\ t\ à\ T}$ Associer une tâche à un type de tâches $T_{liaison\ de\ T\ à\tau}$Associer un type de tâches à une technique. $T_{détermination\ \theta}$ Associer à une technologie, un type de tâches et une technique $T_{détermination\ \Theta}$ Justifier une technologie par des éléments théoriques $T_{motivation}$Connaitre des raisons d'être des OM	$T_{rencontre}$ Se créer une nouvelle rencontre avec T $T_{engagement\ \tau}$ S'engager dans un bloc [T/τ] à partir d'un bloc technologico-théorique $T_{engagement\ \tau ostensif}$ S'engager dans un bloc [T/τ] à partir d'un ostensif déclencheur $T_{engagement\ \tau}$ S'engager dans un bloc [T/τ] à partir d'un bloc technologico-théorique	$T_{mémoriser\ \tau}$ Mémoriser un bloc [T/τ] $T_{mémoriser\ \theta}$ Mémoriser une technologie	$T_{évaluer\_rapport\ à\ \theta}$ Evaluer son rapport à la connaissance d'une technologie $T_{évaluer\_rapport\ à\ \tau}$ Evaluer son rapport au bloc [T/τ] $T_{contrôler\ \tau}$ Contrôler la technique à partir du bloc technologico-théorique T_{erreur} Identifier qu'une technique comporte des erreurs	$T_{Comparer}$ Comparer deux techniques $T_{Agréger}$ Agréger plusieurs OM

8.4 Limites et perspectives

Dans notre recherche, certaines conclusions statistiques restent sans écho à partir de l'approche par entretiens : aucun élément ne nous permet de les expliquer. Les résultats quantitatifs pour lesquels nous n'avons pas pu mettre en lien des conclusions qualitatives sont exposés ci-après.

Pourquoi les élèves de REP utilisent-ils moins que les autres leur manuel, qui est pourtant dans ce cas assez riche ? Est-ce parce que les livres font moins qu'ailleurs partie de la culture des familles en réseau d'éducation prioritaire ? Pour quelles raisons les cours écrits en leçon sont-ils plus restreints en zone rurale ?

Nous avons pu constater des différences dans les gestes de l'étude des élèves enseignés par PER. Nous pensons que la mise en œuvre de PER par l'enseignant permet un travail de certaines praxéologies d'étude en classe qui favoriserait la construction d'un rapport personnel à l'étude. La mise en place de PER dans la classe ferait évoluer les techniques d'étude personnelles des élèves vers des techniques plus efficaces pour construire des rapports adéquats aux OM en jeux.

Dans notre étude qualitative nous interrogeons les élèves lors d'un moment clef, la révision du devoir surveillé. Même si nous avons parfois eu accès à des éléments qui se construisent en amont, notre étude ne permet pas d'aller plus finement observer de manière qualitative ce qui se joue au jour le jour, dans le travail personnel quotidien. Sur ce point, nous avons obtenu des résultats de nature quantitative. L'entretien *ante* ou *post* est réalisé à un instant donné. Nous atteignons ici les limites de cette recherche, dont

certaines questions sont laissées en suspens, nécessitant un prolongement à donner à cette étude. Ce travail conduit vers des champs d'ouverture. Il serait par exemple intéressant d'observer l'évolution dans le temps du curriculum personnellement vécu, les évolutions du parcours formatif et du parcours positionnel en lien avec le CIO issu de la classe, afin de les croiser avec les gestes d'étude personnelle réalisés à la maison. Nous avons obtenu des réponses sur ce point de manière quantitative mais pas de manière qualitative.

D'autres questions se posent plus particulièrement au sujet des PER. Il serait intéressant de relever quels gestes réalisés par les élèves au sein de la classe favoriseraient la construction à la maison de gestes de l'étude efficaces. Cela nécessiterait un dispositif d'observation avec caméras de ce qui se joue en classe et de ce qui se joue à la maison dans le travail personnel. Quels sont gestes du professeur dans l'organisation de l'étude, lors des AER-PER, qui favorisent, depuis la classe, un travail de praxéologies d'étude privée des élèves ? Les recherches sur l'Internet, vécues collectivement par les élèves lors des AER, ont-elles une influence sur le travail personnel quotidien ? En effet, nous avons constaté qu'une fois l'étude terminée, lorsque vient le temps du contrôle, les élèves enseignés par PER n'utilisent que les cahiers issus de la classe. Qu'en est-il des recherches personnelles lorsque l'étude est en cours ? D'autres questions, initiées par notre recherche, restent en suspens.

Nous avons constaté que l'enseignement par PER développe chez les élèves, y compris les plus faibles, des aptitudes que d'autres n'ont pas acquises dans leur travail personnel. Qu'en est-il de la pérennité de ces techniques ? Sont-elles oubliées lorsqu'un professeur au contrat d'enseignement plus traditionnel prend la suite ? Que se passe-t-il si un élève est enseigné plusieurs années par PER ? Qu'en est-il du devenir des discussions informelles plus fréquentes entre camarades, développées dans les contrats par PER les années suivantes ?

On a conclu à des conséquences de l'enseignement par PER sur l'aide des familles et sur les discussions informelles, mais réciproquement, a-t-il des répercussions sur l'étude en classe ? Ces répercussions se perpétuent-elles au-delà de la classe de mathématiques, dans d'autres disciplines ? L'Internet est utilisé par environ 60 % des élèves. L'internet comme possible média peut-il permettre des évolutions dans les techniques d'étude ? Quelle serait alors l'influence d'un enseignement plus conséquent d'aide à la recherche documentaire ? Toutes ces questions, qui nécessiteraient des moyens humains et matériels plus importants que ce que permet un travail de thèse, restent ouvertes.

9. Bibliographie

Agnel, S., Amedei Giuseppi, D., Blazquiez, N., Florian, F., Grech, J.Y., Sibari, H. (2016) Maths ,6e. Collection Dimensions. Paris : Hatier.

Andrieu, X., Bonnet, J., Brotreaud, L., Lyer, T., Perrinaud, J.C. (2016) Maths cycle 4,5e Collection Deltamaths. Paris : Magnard.

Bachelard, G. (1934) [1967]. *La formation de l'esprit scientifique*. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective. Paris : Librairie philosophique J. Vrin, 5e édition,1967. Collection : Bibliothèque des textes philosophiques.

Barachet, F., Matheron, Y., Noirfalise, R. (2020) Accompagner des professeurs pour les remotiver leur donner à nouveau le plaisir d'enseigner. Rapport adressé à l'Institut Français de l'Education, opération Carnot PR07.

Bautier, E., & Bonnéry, S. (2015). Supports, modalités de travail scolaires et inégalités d'apprentissage. Dans A. Mathé et E. Mounier (Dir.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. (p 191-211). Paris : IREM.

Belarbi, M.A., Misset, L. (2012) Mathématiques première STMG. Paris : Hachette.

Bernad, K. (2015). *Une contribution à l'étude de conditions et de contraintes déterminant les pratiques enseignantes dans le cadre de mises en œuvre de parcours d'étude et de recherche en mathématiques au collège,* Thèse de l'Université d'Aix- Marseille.

Berthelot, R., & Salin, M.-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire* (Thèse de doctorat). Université de Bordeaux I, Talence.

Brousseau, G. (1978). *Étude locale des processus d'acquisition en situations scolaires.* Bordeaux : IREM.

Brousseau, G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. *7*(2), 32-115.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée Sauvage éditions.

Buisson, F. (1911). *Le nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire*. Paris : Hachette et C^{ie}. Repéré à http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/

Butlen, D., Peltier, M.L., & Pezard, M. (2002). Nommé(s) en REP, Comment font-ils ? Pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP : cohérence et contradictions. *Revue française de Pédagogie,* n°140, Paris, INRP,41-52.

Castela, C. (2012). *Des mathématiques à leurs utilisations, contribution à l'étude de la productivité praxéologique des institutions et de leurs sujets / Le travail personnel au cœur du développement praxéologique des élèves en tant qu'utilisateurs de mathématiques.* Université Denis Diderot Paris 7. Repéré à https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00683613/document

Chaachoua, H., & Comiti, C., (2007) L'analyse des manuels dans l'approche anthropologique, in 2^{e} congrès de la Théorie anthropologique du Didactique, Uzès, 31 octobre-3 novembre 2007.

Charnay, R., Combier, G., Dussuc,M.P., Madier,D., Dicomaths liaison Ecole-Collège (2016). Paris : Hatier.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné.* Grenoble : La pensée sauvage, 2^{e} édition 1991.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. n°1, p. 73-112. Repéré à

http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Familiere_et_problematique.pdf

Chevallard, Y. (1994). Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique. Intervention au Séminaire de l'*Associazione Mathesis* (Turin, 3 février 1994). *Actes du Séminaire pour l'année 1993-1994*, p. 190-200.

Chevallard, Y. (1997). *Familière et problématique, la figure du professeur*, Recherches en didactique des mathématiques,17/3, La pensée sauvage, Grenoble, pp.17-54. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Familiere_et_problematique.pdf

Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. Cours donné à l'université d'été *Analyse des pratiques enseignantes et didactiques des mathématiques*, La Rochelle,4-11juillet 1998, IREM de Clermont-Ferrand, p. 91-120. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=27

Chevallard, Y. (2001). Les TPE comme problème didactique. In Assude T. et Grugeon B. (Eds.) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Année 2001* (pp. 177-188). Paris : IREM Paris 7.

Chevallard Y. (2002). Organiser l'étude. 3. Écologie & régulation. Dans J.-L. Dorier et al. (Éds.), *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques* (p. 41-56). Grenoble : La Pensée Sauvage. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Organiser_l_etude_3.pdf

Chevallard, Y., Bosch, M. (2002). Les grandeurs en mathématiques au collège, partie II. Mathématisations. *Petit x*, n° 59, p. 43-76.

Chevallard, Y. (2007). Un concept en émergence : La dialectique des médias et des milieux. In Gueudet G. & Matheron Y.(Eds.)*Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Année 2007*(pp.345-366). Paris : IREM Paris 7.

Chevallard, Y. (2009a). *La notion de PER : problèmes et avancées*. Texte d'un exposé présenté à l'IUFM de Toulouse le 28 avril 2009. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=161

Chevallard, Y. (2009b). *La TAD face au professeur de mathématiques*. Cours aux licences en sciences de l'éducation. Unité 7. Organisations didactiques : hier et demain (2008). Chevallard. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=136

Chevallard, Y. (2017). La TAD et son devenir : rappels, reprises, avancées. In Cirade & al. (Eds) *Evolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société,* Actes du 4e congrès international sur la théorie anthropologique du didactique (TAD), 21-26 avril 2013. Université de Toulouse Jean Jaurès.

Chevallard, Y. (2018). Some sensitives issues in the use and development of the anthropological theory of the didactic, Conférence inaugurale pour CITAD V, Autrans, 22-26 janvier 2018.

Chevallard Y. (2019a). Cours avancé n°3 pour CITAD VI, Barcelone, 1-5 juillet 2019.

Chevallard Y. (2019b). Cours donné à la XXe école d'été, Autrans, 19 octobre 2019.

Douglas, M. (2004). Comment pensent les institutions : suivi de La connaissance de soi et Il n'y a pas de don gratuit. Paris : La Découverte

Durkheim, É. (1904). L'évolution pédagogique en France, Paris : P.U.F (Quadrige).

Erdogan, A. (2006). *Le diagnostic de l'aide à l'étude, en mathématiques : Analyse didactique des difficultés relatives à l'algèbre et aux fonctions en seconde*, thèse de l'Université Paris 7

Esmenjaud-Genestoux, F. (2012). *Fonctionnement didactique du milieu culturel et familial dans la régulation des apprentissages scolaires en mathématiques,* thèse de l'Université Bordeaux I.

Farah, L. (2015). *Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : Point de vue des étudiants, point de vue des professeurs*, thèse de l'Université Paris 7.

Favrat, J.F., Munier,V. (2007) les grandeurs à l'école élémentaire dans les manuels de mathématiques et de Physique depuis 1945. *Repères IREM, 68*,51-75.

Félix, C. (2002). *Une analyse comparative des gestes de l'étude personnelle : Le cas des mathématiques et de l'histoire*, thèse de l'Université d'Aix-Marseille.

Félix, C., Assude, T., Matheron, Y., Leroy, D., & Mercier, A. (2010). *Actes du deuxième colloque international sur la Théorie Anthropologique du Didactique (CITAD II).*

Foucault, M. (1963, éd.1997). *Naissance de la clinique.* Paris : PUF.

Ginzburg, C. (2010). *Mythes, emblèmes, traces : Morphologie et histoire*. Paris : éditions Verdier.

Gueudet, G. & Trouche, L. (2008) Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés, Le cas des mathématiques. *Éducation et didactique, 2(3)* 7-34.

Gueudet, G., Trouche, L. (2010). Des ressources aux genèses documentaires. Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques. Dans G. Gueudet & L. Trouche (Éds.), *Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en Mathématiques*. Rennes : PUR et INRP.

Grisay, A. (2007) Réflexions sur « l'effet école » in Recherche sur l'évaluation en éducation, Paris, L'Harmattan. Repéré à http://www.aspe.ulg.ac.be/grisay/fichiers/CTB24.pdf

Johsua, S., & Félix, C. (2002). *Le travail des élèves à la maison : Une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude. 141*, 89-97. Repéré à https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_2002_num_141_1_3074

Kakpo, S., & Rayou, P. (2010). *Contrats didactiques et contrats sociaux du travail hors la classe. 4*(2), 57-74. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.807

Ladage, C., & Chevallard, Y. (2011). Enquêter avec l'internet : Études pour une didactique de l'enquête. *Éducation et didactique*, *5*(5.2), 85-116.

Leutenegger, F. (2000) Construction d'une « clinique » pour le didactique , *Recherches en Didactique des mathématiques*,20/2,209-250, La pensée sauvage, Grenoble.

Leutenegger, F. (2009) *Le temps d'instruire : approche clinique et expérimentale du didactique ordinaire.* Berne : Peter Lang.

Malgras, M. (1846). *Grand-livre à l'usage des écoles primaires, renfermant les tableaux et les registres indispensables pour la bonne tenue d'une école, avec un texte explicatif et le résumé des principes de pédagogie les plus nécessaires*.

Manuel Sesamaths, 5e (2013) Collection Mathenpoche. Paris : Génération 5.

Mario, R. (2012). *Conversion et influence des assujettissements au milieu scolaire dans l'étude autonome des mathématiques : Comment les très bons élèves de lycée étudient les mathématiques après la classe ? Observation anthropologique et suivi biographique de quelques cas exemplaires*, thèse de l'Université d'Aix Marseille.

Matheron, Y. (2000). *Une étude didactique de la mémoire dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée. Quelques exemples*, thèse de l'université d'Aix-Marseille I.

Matheron, Y., & Salin, M.-H. (2002). Les pratiques ostensives comme travail de construction d'une mémoire officielle de la classe dans l'action enseignante. *Revue française de pédagogie*, *141*(1), 57-66.

Michaut, C. (2013) Le travail personnel des lycéens, Notes du CREN 15.

Méjani, F. (2018) *Analyse micro-didactique du processus d'étude et de recherche du point vue mésogénétique au sein du travail de groupes dans le cadre des moments d'exploration du type de tâches et d'élaboration d'une technique sur les équations du premier degré,* thèse de l'Université d'Aix – Marseille.

Méjani, F.& Matheron, Y. (à paraître). La dialectique de l'individu et du collectif dans un travail de groupe : une proposition d'analyse didactique. Actes du Ve colloque international sur la Théorie Anthropologique du didactique, Autrans , 22-26 janvier 2018.

Mercier, A. (1992) L'élève et les contraintes temporelles de l'enseignement, un cas en calcul algébrique, thèse de l'Université de Bordeaux 1.

Mishel, W. (2015). *Le test du marshmallow.* (JC Lattès).

Morel, S. (2012). Rochex J.Y. & Crinon J. (dir.). La construction des inégalités scolaires. Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement. Rennes : Presses universitaires de Rennes, 2011, 214 p. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation, 179,* 143-144. http://journals.openedition.org/rfp/3732

Morlaix, S.&Suchaut , B.(2012) Les déterminants sociaux, scolaires, et cognitifs de la réussite en première année universitaire. *Revue française de pédagogie*,180,77-94.

Moscovici, S. (1988). Notes towards a description of Social Representations. *European Journal of Social Psychology, 18*(3), 211-250. https://doi.org/10.1002/ejsp.2420180303

Peltier-Barbier, M. L. (2007, janvier 24). *Enseigner les mathématiques en « milieux difficiles » Présentation à l'IUFM de Haute Normandie.*

Rochex, J.-Y., & Crinon, J. (2012). *Construction des inégalités scolaires. Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement*.

Rabardel, P. (1995). Qu'est-ce qu'un instrument ? Les dossiers de l'Ingénierie éducative. 19, 61-65.

Saporta, G.(1992*) Probabilités. Analyse des données et statistique*. Paris : Technip.

Schaubauer-Leoni, M. L., & Leutenegger, F. (2000). *Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire*.

Sensevy,G.(2015) Apprendre : faire apprendre. *Revue française de pédagogie ;*192, 109-120.

Silvy, C. (2010). *Etude à l'aide de la notion de `` site mathématique local d'une question ' ' des effets possibles d'une innovation : Les restitutions organisées de connaissances dans l'épreuve de mathématiques du baccalauréat S*., Thèse de l'Université de Provence Aix-Marseille I.

Sirejacob, S. (2018) Le rôle de l'enseignant dans l'organisation de l'étude personnelle hors la classe de collégiens : le cas des équations du premier degré à une inconnue, thèse de l'Université de Paris 7.

Sirota, R. (1993). Le métier d'élève. *Revue française de pédagogie,104*, 85-108.

Thibert, R. (2016). *Représentations et enjeux du travail personnel de l'élève*. Dossiers de veille de l'IFE, 24.

Vergnaud, G., (1991). La théorie des champs conceptuels. Recherche en didactique des Mathématiques, 10/2.3, 133-170.

Wozniak, F. (2012) Analyse didactique des praxéologies de modélisation mathématique à l'école : une étude de cas. *Education & didactique, 6(2)*,65-88.

Textes officiels

Bulletin Officiel de l'Education National spécial n°8 du 10 septembre 2015 (2015). https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33058

Devoirs faits : un temps d'étude accompagnée pour réaliser les devoirs.(2017) https://www.education.gouv.fr/devoirs-faits-un-temps-d-etude-accompagnee-pour-realiser-les-devoirs-7337

Note d'information n°18.02(2018) DEPP. Education prioritaire. Etats des lieux. https://www.education.gouv.fr/l-education-prioritaire-etat-des-lieux-2693

Note d'information n °19 (2015) DEPP. http://cache.media.education.gouv.fr/file/2015/26/0/depp-ni-2015-19-cedre-2014-mathematiques-college_422260.pdf

Programmes de collège (2008). Repéré à https://www.education.gouv.fr/node/276998

Programmes de collège (1998). Repéré à https://www.education.gouv.fr/bo/BoAnnexes/1998/hs10/hs10vol2.pdf

Programmes de collège (2016). Repéré à https://www.education.gouv.fr/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college-3737

Rapport n°2008-086 (2008). IGEN. http://media.education.gouv.fr/file/2008/46/6/2008-086-IGEN_216466.pdf

Rapport au haut conseil de l'éducation de l'école (2004). Glasman & Besson. https://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/054000358/index.shtml

Rapport n°2018-080 (2018). IGEN-IGAENR. Mission ruralité. Adapter l'organisation et le pilotage du système éducatif aux évolutions et défis des territoires ruraux. https://www.education.gouv.fr/cid133319/mission-ruralite.-adapter-l-organisation-et-le-pilotage-du-systeme-educatif-aux-evolutions-et-defis-des-territoires-ruraux.html

Documents d'accompagnement

Document d'accompagnement « grandeurs et mesures » (2007) https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2011-09/doc_acc_clg_grandeurs_109169.pdf

Sitographie

Archives France soir (2012). Meirieu. http://archive.francesoir.fr/actualite/societe/le-pedagogue-philippe-meirieu-hostile-aux-devoirs-a-la-maison-201837.html

Café pédagogique
http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2019/09/03092019Article637030920478547329.aspx

Charte d'accompagnement à la scolarité du 7 octobre 1992
http://dcalin.fr/textoff/das_charte_1992.html

Charte d'accompagnement à la scolarité juin 2001
http://observatoire-reussite-educative.fr/dispositifs/dossier-CLAS/charte-nationale-de-laccompagnement-a-la-scolarite-juin-2001-clas

CLAS https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2001/01-31/a0312004.htm

Circulaires
https://svt.ac-versailles.fr/IMG/archives/neotitulaires/Neotitulaire%20site%20svt/Textes%20reglementaires.htm

Le Trésor de la langue française informatisé http://atilf.atilf.fr/tlf.htlm

L'accompagnement éducatif depuis le site du ministère.
https://www.education.gouv.fr/cid5677/accompagnement-educatif.html

Site de Mathenpoche
https://mathenpoche.sesamath.net/

Site du Mathou Matheux
https://ressources.sesamath.net/matoumatheux/www/accueilniveaux/accueilFrance.htm

Site Mathématiques Faciles
https://www.mathematiquesfaciles.com/

ANNEXES





UNIVERSITE D'AIX-MARSEILLE

ECOLE DOCTORALE : Mathématiques et informatique de Marseille

LABORATOIRE/UNITE DE RECHERCHE : UMR 7373-I2M-Institut de Mathématiques de Marseille

Discipline : Mathématiques

Spécialité : Didactique des mathématiques

Laure GUERIN

Le travail personnel des collégiens en mathématiques hors classe.

Une étude didactique.

Soutenue le 12/10/2020 devant le jury :

Pierre ARNOUX	Université d'Aix-Marseille	Examinateur
Hamid CHAACHOUA	Université de Grenoble Alpes	Rapporteur
Yves CHEVALLARD	Université d'Aix-Marseille	Invité
Ghislaine GUEUDET	Université de Bretagne Occidentale	Rapporteur
Yves MATHERON	IFé-ENS de Lyon	Directeur de Thèse
Gérard SENSEVY	Université de Bretagne Occidentale	Examinateur
Floriane WOZNIAK	Université de Montpellier	Examinateur

Numéro national de thèse/suffixe local : 2020AIXM0229/012ED184

Table des matières

10. ANNEXES **678**

10.1 Annexe 1 Les « bonnes pratiques » du rapport n° 2008-086,2008, page 53 678

10.2 Annexe 2 Circulaire du 3 mai 1961 679

10.3 Annexe 3 Chartes d'accompagnement scolaire 1992 et 2001 681

10.4 Annexe 4 Entretiens des enseignants 692

10.5 Annexe 5 Entretien oral avec une surveillante, Félicia 694

10.6 Annexe 6 Entretiens oral avec un intervenant à l'aide aux devoirs, Thierry 695

10.7 Annexe 7 Programme 2008 partie 3 696

10.8 Annexe 8 Bulletins d'élèves 697

10.9 Annexe 9 Questionnaire distribué aux élèves 698

10.9.1 Version 6e 698

10.9.2 Version 5e/4e et 3e 700

10.10 Annexe 10 Consignes du questionnaire aux professeurs 702

10.11 Annexe 11 Canevas d'entretiens 703

10.11.1 Entretien ante-contrôle 703

10.11.2 Entretien post-contrôle 704

10.12 Annexe 12 Situations 1, 2 et 3 705

10.13 Annexe 13 Questionnaire des enseignants 706

10.13.1 Questionnaire des enseignants envoyé par mail. 706

10.13.2 Réponses 706

10.13.3 Questionnaire des enseignants sur le contrat d'étude 711

10.14 Annexe 14 Le cours de Filip 723

10.15 Annexe 15 Documents de Louise 725

10.15.1 Le sommaire du manuel de Louise : Mathématiques 1ère STMG, Misset & Belarbi, Hachette éducation,2012 725

10.15.2 Les exercices de son manuel (pages 25 et 27) 727

10.15.3 Exercice de son cahier 728

10.16 Annexe 16 Programmes 2016 Bulletin Officiel n°11 du 26 novembre 2015 729

10.16.1 Programme du cycle 3 (6e) 729

10.16.2 Programme du cycle 4 (5e, 4e,3e) 732

10.17 Annexe 17 Contrôles de y_1 733

10.17.1 Contrôle la première année 733

10.17.2 Contrôle la deuxième année 734

10.18 Annexe 18 Documents issus de la classe de y_1, la première année 735

10.18.1 Porte-vues de leçons 735

10.18.2 Cahier d'exercices 737

10.19 Annexe 19 Documents issus de la classe de y_1 la deuxième année 743
10.19.1 Porte- vues de leçons 743
10.19.2 Cahier d'exercices 747
10.20 Annexe 20 Copies des élèves interrogés, première année, milieu REP 755
10.21 Annexe 21 Copies des élèves interrogés, deuxième année, en milieu REP 761
10.22 Annexe 22 Entretiens avec les élèves du milieu REP, la première année 772
10.23 Annexe 23 Entretiens avec les élèves du milieu REP, la deuxième année 788
10.24 Annexe 24 Contrôle de y_2 830
10.25 Annexe 25 Documents issus de la classe de y_2 831
10.25.1 Leçons 831
10.25.2 Activités et exercices 832
10.26 Annexe 26 Copies des élèves de y_2 837
10.27 Annexe 27 Entretiens avec les élèves du milieu rural 844
10.28 Annexe 28 Manuels de y_1 et de y_2 882
10.28.1 Maths 6e, collection dimension, Hatier,2016 882
10.28.2 Delta Maths cycle 4, 5e, Magnard, 2016. 902
10.29 Annexe 29 Les cours du site MATHADOC 916
10.29.1 Cours a, 6e (2001) 916
10.29.2 Cours b, 6e (2001) 918
10.29.3 Cours c, 6e (2003) 919
10.29.4 Cours e, 5e (2002) 922
10.29.5 Cours f, 5e (2002) 923
10.30 Annexe 30 Contrôle de y_3 924
10.31 Annexe.31 Documents issus de la classe de y_3 926
10.31.1 Cahier de leçons 926
10.31.2 Cahier d'exercices 935
10.31.3 Contrôle inventé par Mahmoud 942
10.32 Annexe 32 Copies des élèves interrogés en milieu urbain 943
10.33 Annexe 33 Entretiens avec les élèves du milieu urbain 962
10.34 Annexe 34 Trame du scénario fourni à y_1 la deuxième année 984

10. ANNEXES

10.1 Annexe 1 Les « bonnes pratiques » du rapport n° 2008-086,2008, page 53

Annexe 2 - suite
Cours moyen, département du Rhône

APPRENDRE UNE LEÇON

1 – Pour apprendre dans de bonnes conditions

Il faut :

- avoir écouté et participé en classe lors de la leçon,
- l'avoir comprise et copiée correctement,
- connaître le sens des mots utilisés,
- être dans le calme et le silence pour pouvoir se concentrer,
- être bien installé, dans un endroit suffisamment éclairé,
- avoir le matériel nécessaire à disposition (feuille, cahier, crayon...).

2 – Comment faire pour apprendre ?

Une poésie ne s'apprend pas de la même façon qu'une leçon d'histoire ou de mathématiques.

Il faut commencer par repérer :

- ce qui est à savoir par cœur,
- les idées générales de la leçon.



Il y a différentes méthodes pour apprendre :

-
  - lire plusieurs fois à voix haute ou dans sa tête la leçon,
  - cacher des parties du texte et les deviner,
- se poser des questions sur ce que l'on a lu,
- recopier plusieurs fois certains passages ou simplement les informations importantes,
- mémoriser lignes par lignes ou paragraphes par paragraphes,
- fermer les yeux et revoir la leçon.

3 – Comment vérifier que l'on sait sa leçon ?



- réciter à quelqu'un,
- réciter à soi-même dans sa tête ou à voix haute,
- s'enregistrer et s'écouter au magnétophone,
- se faire questionner,
- écrire tout ce que l'on a retenu de la leçon, refaire les schémas,
- expliquer à quelqu'un la leçon.

Quelques conseils du maître



Il est bien d'apprendre sa leçon sur plusieurs jours et de la relire le soir juste avant de s'endormir.
Il est possible d'utiliser des *moyens mnémotechniques.*
Lorsque l'on apprend, on peut s'imaginer en train de réciter dans la classe ou réfléchir à ce que pourrait être l'évaluation.
Une bonne attention en classe permet de bien comprendre la leçon et de l'apprendre plus facilement.
Il faut mémoriser l'orthographe des mots importants (les photographier, les épeler, les réécrire).

53

10.2 Annexe 2 Circulaire du 3 mai 1961

En ce qui concerne :
Le TRAVAIL AUTONOME, *voir article 523-3 b ;*
Les SÉQUENCES ÉDUCATIVES EN ENTREPRISE, *voir article 523-3 a.*

Circulaire du 3 mai 1961

(Enseignements classiques et modernes : bureau A 1)

Texte adressé aux recteurs.

Cahiers de textes.

Diverses circulaires, toujours en vigueur, ont appelé l'attention des chefs d'établissement et des professeurs sur l'importance qui s'attache à une tenue correcte des cahiers de textes, qu'il s'agisse du cahier de textes de classe, qui constitue un document officiel, ou d'un cahier de textes individuel, que chaque élève est tenu de posséder. Un cahier de textes bien tenu est, pour l'élève, l'instrument premier de tout travail personnel efficace. Le cahier de textes de classe, qui sert avant tout de référence aux cahiers de textes individuels, et doit être, de façon permanente, à la disposition des élèves qui peuvent à tout moment s'y reporter, assure en outre, dans l'esprit de la circulaire du 20 octobre 1952 la liaison entre les professeurs et les maîtres chargés des études surveillées. Il permet enfin, en cas d'absence ou de mutation d'un professeur de ménager une étroite continuité entre l'enseignement du maître précédent et celui de son suppléant ou de son successeur. A ces divers titres, cahiers de textes de classe et cahiers individuels doivent être complets, de maniement facile et exempts de fautes. Ils doivent refléter la vie de la classe et permettre de suivre avec précision la marche des études.

Soucieux de donner toute son efficacité à cette traditionnelle institution, je vous serais reconnaissant de vouloir bien rappeler aux chefs d'établissement les prescriptions réglementaires concernant les cahiers de textes. Vous insisterez particulièrement sur les points suivants, qui reprennent, en les complétant ou en les précisant à l'occasion, des dispositions que connaissent bien les professeurs, choisies parmi celles qui paraissent répondre le mieux aux exigences d'un enseignement méthodique.

Cahiers de textes de classe

Le cahier de textes de classe sera établi par discipline et, dans chaque discipline, par matière enseignée. C'est ainsi que la chimie sera séparée de la physique, la géographie de l'histoire, le latin, cela va de soi, du français ou du grec. En mathématiques, arithmétique, algèbre, trigonométrie, géométrie, mécanique feront l'objet individuellement ou groupées, de rubriques distinctes. Il en sera de même pour l'instruction civique et pour l'éducation morale, qui seront séparées de la discipline du professeur qui donne l'une ou l'autre de ces formations.

Les séances de travail et de travaux scientifiques expérimentaux définis par la circulaire du 23 septembre 1960 (*B.O.* n° 26 du 6 octobre 1960) feront l'objet d'une mention particulière comportant l'indication des exercices auxquels elles auront donné lieu. Des cahiers de textes annexes, ne comportant qu'un nombre de pages réduit, seront prévus pour les disciplines qui, comme les langues vivantes, séparent temporairement des groupes d'élèves du groupe principal.

Le cahier de textes portera, soigneusement distingués dans leur présentation (mise en page, emploi de capitales, soulignement), les textes et indications de devoirs, leçons, préparations, exercices de contrôle, travaux de toute nature. Chacun de ces exercices sera accompagné des questionnaires, plans d'étude, directives, indications de lectures donnés par le professeur. Il serait souhaitable que les devoirs proprement dits, tels qu'ils sont définis par la circulaire du 3 mai 1961 fussent affectés d'un numéro d'ordre. Ils porteront, outre la date du jour où ils sont donnés, l'indication du jour où ils doivent être présentés ou remis par l'élève et de la date de la séance au cours de laquelle se feront normalement leur restitution et leur correction.

Les textes de devoirs et de compositions (manuscrits, reproduits au duplicateur ou imprimés) figureront au cahier de textes *in extenso*. Il en sera de même du texte des exercices lorsque ceux-ci ne figureront pas, comme c'est le cas pour les mathématiques, sur un cahier spécial. Les leçons et préparations données par référence à un livre seront accompagnées d'indications permettant de se faire une idée de leur objet, de leur nature et de leur étendue.

Dans les disciplines qui donnent lieu à un cours, ou qui comportent l'étude systématique d'une matière, le cahier de textes portera, à sa date, l'indication de la question traitée. Exemples. — Géométrie : position relative de deux cercles. Latin : questions de lieu. Histoire : l'œuvre de l'Assemblée constituante. Dessin à vue : nature morte. Dans les disciplines qui comportent des travaux pratiques ou des sorties consacrées à l'étude du milieu, mention sera faite de leur nature et de leur objet.

En tête du cahier de textes de classe, doivent figurer avec le nom des professeurs, le tableau des compositions, l'emploi du temps de la classe, complété par l'indication des matières auxquelles chaque heure est habituellement consacrée, et l'emploi du temps afférent au travail personnel des élèves, tel qu'il doit être établi en vertu des dispositions de la circulaire du 12 décembre 1951.

Le cahier de textes de classe sera tenu, soit par le professeur lui-même, pratique qui paraît particulièrement recommandable dans le premier cycle, soit par un élève soigneux, diligent et connaissant l'orthographe, doublé d'un suppléant éventuel. Le cahier de textes ne quittera jamais l'établissement. Il sera confié en dehors des heures de classe à un élève, si possible interne, qui en assurera la garde dans les conditions fixées par le chef d'établissement ou le censeur des études. Il sera à la disposition des autorités universitaires, notamment des inspecteurs généraux, à l'occasion de leurs visites.

Dans les collèges d'enseignement général où les maîtres sont tenus de présenter une préparation écrite de classe, le rôle du cahier de textes se limitera à l'indication des devoirs et des leçons.

A la fin de chaque année scolaire ces cahiers seront rassemblés, et conservés pendant cinq ans. Ils pourront être consultés par les conseils d'enseignement et les conseils de classe, ou occasionnellement confiés par le chef d'établissement, à titre de modèle, à des professeurs débutants.

Il appartiendra au chef d'établissement, au terme de cette période, de déterminer quels sont ceux d'entre eux qui témoignant d'un enseignement original méritent d'être versés aux archives de la maison.

Cahiers de textes individuels

Les cahiers de textes individuels qui, dans l'esprit de la circulaire précitée du 12 décembre 1951, constituent le lien permanent entre la classe et la famille, seront tenus par les élèves avec le plus grand soin, selon les mêmes directives que les cahiers de textes de classe. Il appartiendra toutefois aux chefs d'établissement de décider s'ils doivent être conçus comme la réplique du cahier de textes de la classe (classement par discipline) ou si un ordre purement chronologique n'est pas préférable, en particulier pour le premier cycle. En tout état de cause, les cahiers de textes individuels devront contenir les mêmes indications et les mêmes documents que les cahiers de textes de classe.

Les professeurs, pour les disciplines qui les concernent, les chefs d'établissement et censeurs des études, pour l'ensemble des disciplines, sont responsables de la tenue des

10.3 Annexe 3 Chartes d'accompagnement scolaire 1992 et 2001

Charte de l'accompagnement scolaire (1992)

Charte de l'accompagnement scolaire signée le 7 octobre 1992

Cette Charte de l'Accompagnement Scolaire a été signée le 7 octobre 1992 à la Maison de quartier de la Goutte d'Or à Paris.

Initiée par le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture et le Secrétariat d'État à l'Intégration auprès du Ministère des Affaires Sociales et de l'Intégration, avec le Ministère de la Jeunesse et des Sports et le Secrétariat d'État à la Ville, cette Charte a été élaborée en concertation avec les départements ministériels concernés ainsi qu'avec les partenaires des milieux associatifs et de l'éducation.

Liste des ministère et organismes publics signataires : Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Ministère des Affaires Sociales et de l'Intégration, Ministère des Départements et Territoires d'outre-mer, Ministère de la Jeunesse et des Sports – Secrétariat d'État à la Ville, Secrétariat d'État aux Collectivités Locales, Secrétariat d'État à la Famille, aux Personnes âgées et aux Rapatriés, Secrétariat d'État à l'Intégration, Secrétariat d'État aux Handicapés - Délégation Interministérielle à l'Insertion des Jeunes, Fonds d'Action Sociale, Groupe Permanent de Lutte contre l'Illetrisme.

* * *
*

Au cours de ces dix dernières années, la demande d'éducation a connu dans notre société une véritable explosion. Cette exigence démocratique d'une meilleure formation générale et d'un haut niveau de qualification pour tous correspond aux besoins fondamentaux de la Nation.

Répondre à cette demande et à ce besoin dans des contextes difficiles, et avec un public scolaire hétérogène, constitue pour l'École un

véritable défi. Elle le relève en adaptant en permanence ses formations, ses capacités d'accueil, ses structures, ses modèles de fonctionnement. Elle développe notamment en son sein, dans le cadre des enseignements qu'elle dispense, diverses formes d'aide et de soutien aux élèves.

L'École fait tout pour mener à la réussite les jeunes qui lui sont confiés. Pour remplir cette mission dans les milieux difficiles, elle ne peut se permettre de négliger les collaborations et les appuis qui s'offrent à elle. L'accompagnement scolaire joue ce rôle de complément et de partenaire de l'École, pour autant qu'il se développe dans le respect des compétences et des responsabilités de chacun et des besoins de chaque enfant, sans prétendre se substituer aux obligations de l'État en matière scolaire.

Aussi toutes les initiatives qui se donnent pour tâche d'aider les élèves en difficultés et qui s'appuient sur les ressources de l'environnement, doivent être résolument encouragées. Dans les quartiers et les zones rurales les plus défavorisés, c'est même une priorité.

D'ores et déjà, ces initiatives sont nombreuses et multiples. Elles témoignent de l'importante mobilisation des bénévoles sur le terrain, qui répondent aux besoins de certains élèves et aux demandes des familles.

La présente charte contribuera à développer et à faire connaître ces actions, en leur donnant un cadre de référence propre. Elle constituera pour l'accompagnement scolaire une garantie de qualité, au service des élèves les plus défavorisés.

Les signataires de la présente charte, s'engagent à :

- *participer au développement des actions d'accompagnement* qui contribuent à la réussite scolaire,
- *favoriser la constitution de réseaux locaux de solidarité* (mobilisant notamment le tissu associatif) autour de la lutte contre l'échec scolaire, en liaison avec les enseignants et les familles,
- *renforcer l'exigence de qualité* dans les projets mis en œuvre.

Ils manifestent leur volonté de s'associer aux valeurs fondamentales de l'École ainsi qu'à ses objectifs notamment :

- *le respect des choix individuels*, et le refus de tout prosélytisme,
- *l'égalité des droits de chacun,*

- *le développement des personnalités,*
- *l'acquisition des savoirs et des savoir-faire indispensables à l'exercice de l'esprit critique.*

Adhérer à cette charte, c'est faire siens les objectifs et les principes d'action qu'elle définit.

Objectifs de l'accompagnement scolaire

On désigne par « accompagnement scolaire » l'ensemble des actions visant à offrir aux côtés de l'école, l'appui et les ressources dont les enfants ont besoin pour leur réussite scolaire, appui qu'ils ne trouvent pas dans leur environnement familial et social.

Ces actions sont centrées sur l'aide aux devoirs et les apports culturels nécessaires à la réussite scolaire. C'est en ce sens que l'on doit distinguer l'accompagnement scolaire des activités de loisirs périscolaires ; même si ces deux champs d'intervention contribuent à l'épanouissement personnel de l'élève, et donc à de meilleures chances de succès à l'école.

L'accompagnement scolaire ne se pose pas en alternative à l'École. Au contraire, il reconnaît son rôle central, quand il se propose :

1. de fournir aux jeunes des méthodes, des approches, des relations susceptibles de faciliter l'acquisition des savoirs,
2. d'élargir les centres d'intérêts des enfants et adolescents, de promouvoir leur apprentissage de la citoyenneté par une ouverture sur les ressources culturelles, sociales et économiques de la ville ou de l'environnement proche,
3. de valoriser leurs acquis afin de renforcer leur autonomie personnelle et leurs capacités de vie collective, notamment par la pratique de l'entraide et l'encouragement du tutorat entre jeunes.

Principes d'action

A – Les bénéficiaires

Les actions d'accompagnement scolaire reconnues par la présente charte et soutenues par les pouvoirs publics, en métropole comme dans les DOM-TOM, sont avant tout destinées à ceux qui ne bénéficient pas de

conditions optimales de réussite scolaire. Elles ont un caractère gratuit et laïc. Nullement destinées à promouvoir une « École Bis », elles ne sauraient être confondues avec les opérations commerciales de « rattrapage » à but lucratif.

Le soutien financier des pouvoirs publics ira donc en priorité aux actions qui concernent les élèves des établissements élémentaires, des collèges, des lycées d'enseignement général et des lycées professionnels, qui se trouvent défavorisés socialement et culturellement. Dans ce cadre, une attention toute particulière sera portée aux enfants récemment arrivés en France.

Priorité sera également donnée aux moments charnière du parcours scolaire :les cycles des apprentissages, le passage dans le secondaire, l'orientation en troisième. Cependant, des actions spécifiques pourront être envisagées auprès d'enfants en âge de fréquenter l'école maternelle pour pallier de graves difficultés linguistiques et culturelles.

B – Les « accompagnateurs » scolaires

Il n'existe pas de statut « d'accompagnateur scolaire ». Par contre, cette tâche exige une compétence fondée sur l'expérience, et notamment une bonne connaissance de l'environnement social et culturel immédiat, un bon degré d'information sur le fonctionnement scolaire, un sens aigu de la relation avec les enfants.

Le caractère laïc de leur démarche et le refus de tout prosélytisme sont des critères de choix impératifs.

Des actions de formation élaborées à partir des besoins du terrain seront organisées à leur intention par des professionnels d'horizons divers, (formateurs MAFPEN, universitaires, intervenants sociaux…). Il serait souhaitable que les enseignants participent à ces formations.

C – Les relations avec l'école et le collège

L'efficacité des actions d'accompagnement scolaire dépend dans une large mesure des liens qu'elles entretiennent avec les projets d'école ou d'établissement. Réciproquement, ceux-ci gagnent beaucoup à les prendre en compte.

Dans les relations avec l'établissement, on recherchera particulièrement :

- *la continuité de l'acte éducatif et la cohérence* entre les activités scolaires et les actions d'accompagnement, ce qui suppose que les « accompagnateurs scolaires » conçoivent leur travail en liaison avec les enseignants,
- les meilleures modalités pour renforcer des échanges entre les enseignants, les équipes éducatives, les parents d'élèves et les intervenants de l'accompagnement scolaire.

D – Les relations avec les familles

L'accompagnateur scolaire joue un rôle de médiateur. Il permet aux parents de mieux connaître l'école, et contribue à les sensibiliser au suivi de la scolarité de l'enfant. Il développe des contacts aussi fréquents que possible entre l'entourage familial et les enseignants, et facilite leur appréhension des problèmes spécifiques de l'élève en difficulté.

E – Les relations locales

La démarche d'accompagnement scolaire commence par un recensement de l'ensemble des possibilités offertes par le proche environnement : les locaux, les centre de documentation, les bibliothèques, les centres culturels, les centres sociaux, les transports notamment en milieu rural, etc… mais aussi les possibilités de collaboration de personnalités extérieures capables d'apporter à l'action envisagée un appui ponctuel ou régulier.

Les associations devront suivre de près les actions entreprises dans leur environnement immédiat, surtout si elles sont complémentaires aux leurs. En effet, sur un même territoire, des actions d'accompagnement scolaire et des activités péri-scolaires diverses et variées peuvent être organisées sans que leurs initiateurs connaissent l'ensemble des entreprises en cours. Pour la cohérence de l'action éducative, pour que certains jeunes ne se trouvent pas exclus de fait de certaines actions, les divers promoteurs devront se concerter. Ils rechercheront ensemble l'instance de concertation la plus adaptée, selon le cas :

- le conseil d'école ou d'administration de l'établissement scolaire,
- le conseil de zone dans les ZEP,
- le groupe de concertation du quartier en DSU,

- le groupe de travail local pour l'aménagement des rythmes de vie des enfants et des jeunes.

F – Le développement de l'accompagnement scolaire

- Une large information sur les différentes expériences doit être faite.
- De plus, l'accompagnement scolaire soulève de nombreuses questions d'ordre pédagogique, mais aussi social. Ces actions feront l'objet d'études, d'évaluations et de recherches susceptibles de contribuer à l'amélioration de leur efficacité et de leur qualité.

Charte de l'accompagnement à la scolarité (2001)

Charte nationale de l'accompagnement à la scolarité

Le droit à l'éducation est un droit fondamental dans notre société. Cette exigence démocratique d'une meilleure formation générale et d'un haut niveau de qualification pour tous correspond aux besoins fondamentaux de la Nation.

Satisfaire ce droit et répondre à ce besoin constituent pour l'Ecole un véritable défi.
Elle le relève en adaptant en permanence ses formations, ses capacités d'accueil, ses structures, ses modes de fonctionnement.
Elle développe notamment en son sein, dans le cadre des enseignements qu'elle dispense, diverses formes d'aide et de soutien aux élèves.

L'Ecole fait tout pour mener à la réussite les jeunes qui lui sont confiés. Pour remplir cette mission, quand le contexte est difficile, elle doit s'appuyer sur l'ensemble des coopérations qui s'offrent à elle.

Les familles, toutes les familles, de leur côté, sont très attachées à la réussite de leur enfant à l'Ecole.

L'accompagnement à la scolarité joue ce rôle de complément et de partenaire de l'Ecole, pour autant qu'il se développe dans le respect des compétences et des responsabilités de chacun et des besoins de chaque enfant, sans se substituer aux obligations de l'Etat en matière scolaire.

Ainsi, toutes les initiatives qui se donnent pour tâche d'aider les élèves et qui s'appuient sur les ressources de l'environnement, doivent être résolument encouragées. Dans les territoires les plus défavorisés, urbains et ruraux, cela constitue même une priorité.

D'ores et déjà, ces initiatives sont nombreuses et diverses.
Elles témoignent de l'importante mobilisation des acteurs, qui répondent aux besoins des élèves et aux demandes des familles.

La présente Charte leur offre un cadre de référence. Elle constitue pour l'accompagnement à la scolarité une exigence de qualité au service des enfants et des jeunes les plus défavorisés.

Principes généraux

- le respect des choix individuels
- l'égalité des droits de chacun
- le développement des personnalités, l'acquisition des savoirs, de savoir-être et de savoir-faire indispensables
- les projets devront faire explicitement mention du caractère laïque des actions ; de leur refus de tout prosélytisme ; du caractère gratuit des prestations ou de la nature symbolique de la participation financière demandée aux familles ; de l'ouverture des actions à tous sans distinction d'origine, de religion ou de sexe.

Objectifs de l'accompagnement à la scolarité

On désigne par «accompagnement à la scolarité» l'ensemble des actions visant à offrir, aux côtés de l'Ecole, l'appui et les ressources dont les enfants ont besoin pour réussir à l'Ecole, appui qu'ils ne trouvent pas toujours dans leur environnement familial et social.

Ces actions, qui ont lieu en dehors des temps de l'Ecole, sont centrées sur l'aide aux devoirs et les apports culturels nécessaires à la réussite scolaire. Ces deux champs d'intervention, complémentaires, à vocation éducative, contribuent à l'épanouissement personnel de l'élève et à de meilleures chances de succès à l'Ecole.

L'accompagnement à la scolarité reconnaît le rôle central de l'Ecole. Il se propose, par des stratégies diversifiées

> d'aider les jeunes, en utilisant les technologies de l'information et de la communication notamment, à acquérir des méthodes, des approches, des relations susceptibles de faciliter l'accès au savoir

> d'élargir les centres d'intérêt des enfants et adolescents, de promouvoir leur apprentissage de la citoyenneté par une ouverture sur les ressources culturelles, sociales et économiques de la ville ou de l'environnement proche

> de valoriser leurs acquis afin de renforcer leur autonomie personnelle et leur capacité de vie collective, notamment par la pratique de l'entraide et l'encouragement du tutorat entre les jeunes

> d'accompagner les parents dans le suivi de la scolarité des enfants.

Principes d'action

Les bénéficiaires

Les actions d'accompagnement à la scolarité reconnues par la présente Charte et soutenues par les pouvoirs publics sont avant tout destinées à ceux qui ne bénéficient pas des conditions optimales de réussite scolaire. Elles ont un caractère gratuit et laïque.

Elles visent à compenser les inégalités qui subsistent dans l'accès à la culture et au savoir et qui se creusent pendant les temps où les enfants et les jeunes ne sont pris en charge ni par l'Ecole ni par les familles.

Le soutien financier des pouvoirs publics ira donc en priorité aux actions qui concernent les élèves des écoles, des collèges, des lycées d'enseignement général et technologique, des lycées professionnels, en particulier ceux qui se trouvent défavorisés socialement. Dans ce cadre, une attention toute particulière sera portée aux enfants récemment arrivés en France, quelles que soient par ailleurs les modalités de leur scolarisation. Des actions spécifiques pourront être envisagées pour les enfants non francophones dès leur plus jeune âge.

Priorité sera également donnée aux moments charnières du parcours scolaire : les cycles des apprentissages, le passage dans le secondaire, l'orientation en 3e, l'accès en classe de seconde….

Les accompagnateurs

La tâche de l'accompagnateur exige une compétence fondée sur l'expérience, et notamment une bonne connaissance de l'environnement social et culturel immédiat, un bon degré d'information sur le fonctionnement de la scolarité, un sens aigu de la relation avec les enfants et les jeunes, comme avec leurs familles.

Le caractère laïque de la démarche et le refus de tout prosélytisme sont des critères de choix impératifs. Des actions de formation élaborées à partir des besoins recensés doivent être proposées à ces accompagnateurs de manière partenariale.

Les relations avec l'école et les établissements secondaires

L'efficacité des actions d'accompagnement à la scolarité dépend dans une large mesure des liens qu'elles entretiennent avec les projets d'école ou d'établissement. Réciproquement, ceux-ci gagnent beaucoup à les prendre en compte.

Dans les relations avec l'école ou l'établissement, on recherchera particulièrement

- la continuité de l'acte éducatif et la cohérence entre les activités scolaires et les actions d'accompagnement, ce qui suppose que les accompagnateurs scolaires conçoivent leur travail en liaison avec les enseignants
- les meilleures modalités pour renforcer des échanges entre les enseignants, les équipes éducatives, les parents d'élèves et les intervenants de l'accompagnement à la scolarité
- l'adaptation et la différenciation de ces actions selon l'âge et le niveau des enfants auxquels elles s'adressent.

Les relations avec les familles

L'accompagnement à la scolarité offre aux parents un espace d'information, de dialogue, de soutien, de médiation, leur permettant une plus grande implication dans le suivi de la scolarité de leurs enfants.
Dans cette dimension, les lieux d'accompagnement à la scolarité ont vocation à s'articuler avec les réseaux d'écoute, d'appui et d'accompagnement des parents.
L'accompagnateur développe des contacts aussi fréquents que possible entre l'entourage familial et les enseignants et facilite la compréhension réciproque.

Les relations locales

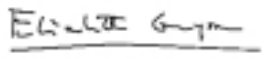
La démarche d'accompagnement à la scolarité commence par un recensement de l'ensemble des possibilités offertes par le proche environnement : les centres sociaux, s'ils ne sont pas à l'origine de l'action, les locaux disponibles, les centres de documentation, les bibliothèques, les centres culturels, les transports, notamment en milieu rural, etc., mais aussi les possibilités de collaboration de personnes extérieures capables d'apporter à l'action envisagée un appui ponctuel ou régulier.
Elle s'appuie sur un diagnostic des ressources et des besoins.

Pour la cohérence de l'action éducative, pour que certains jeunes ne se trouvent pas exclus de fait de certaines actions, les divers promoteurs devront se concerter dans le cadre du contrat local d'accompagnement à la scolarité.

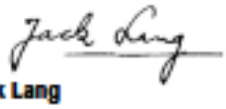
L'accompagnement à la scolarité s'intègre dans le contrat de ville s'il existe. Il doit aussi s'articuler avec les autres actions mises en œuvre dans le cadre d'un projet éducatif local, notamment celles qui sont incluses dans les contrats éducatifs locaux.

Les signataires de la présente Charte s'engagent à

- participer au développement des actions d'accompagnement qui contribuent à la réussite scolaire
- favoriser la constitution de réseaux locaux de solidarité (mobilisant notamment le tissu associatif) en faveur de la réussite scolaire, en liaison avec les enseignants et les familles
- renforcer l'exigence de qualité dans les projets mis en œuvre en diffusant largement les outils de l'accompagnement à la scolarité et en favorisant de façon régulière la mutualisation
- veiller à ce que les actions fassent l'objet d'études, d'évaluations et de recherches susceptibles de contribuer à l'amélioration de leur efficacité.



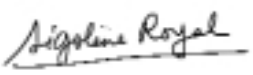
Elisabeth Guigou
Ministre de l'Emploi et de la Solidarité



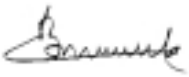
Jack Lang
Ministre de l'Education nationale



Marie-George Buffet
Ministre de la Jeunesse et des Sports



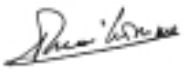
Ségolène Royal
Ministre déléguée à la Famille,
à l'Enfance et aux Personnes handicapées



Claude Bartolone
Ministre délégué à la Ville



Dominique Balmary
Président du conseil d'administration
du Fonds d'action sociale



Nicole Prud'homme
Présidente du conseil d'administration
de la Caisse nationale des allocations familiales

10.4 Annexe 4 Entretiens des enseignants

Question : « Un japonais arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Il te demande ce qu'il faut faire pour étudier sérieusement à la maison en mathématiques. Que lui réponds-tu ? »

Enseignant 1

Grand blanc…. Souffle plusieurs fois.

Il faut analyser la situation, comprendre de quoi on parle, avant de savoir quel outil mathématique on va utiliser. Oui, savoir de quoi on parle. Faire le point sur ce qui est connu et ensuite voir quels outils utiliser. Se faire une boîte à outils, les techniques à utiliser (trigo, Pythagore etc). Voir l'outil comme réponse pas comme but final. Avancer dans ma situation.

Enseignant 2

Grand blanc ….aie aie aie….bafouille…réponses inaudibles…

J'ai la même chose mais avec des Syriens. Et qu'est-ce que je leur dis ? ...*Blanc…*Ben rien !

Je les fais asseoir à côté d'autres et les autres les aident à comprendre. C'est compliqué. Avant j'aurais dit aller chercher des infos partout, mais maintenant non. Le système français est bien fait, il faut savoir faire quelque chose avec ce que l'on a appris. C 'est compliqué. *Elle souffle.* Savoir faire à partir des connaissances apportées et se confronter à des exercices.

Pourquoi ce changement d'opinion entre avant et maintenant ? Qu'est ce qui t'a fait changer d'avis ? Le public ?

Avant j'étais en lycée et pas au collège ! C'est le passage du lycée au collège, j'accompagne davantage. Les élèves se reposent sur moi complètement. Suis l'enseignant et va là où il veut t'emmener. Avant j'avais des élèves qui disaient j'ai essayé cet exo et ça marche pas, comment on fait ? Maintenant j'ai jamais ça ! J'avais toujours des élèves qui venaient me voir pour me demander comment on fait tel exercice parce qu'ils avaient cherché des exercices en plus qu'ils n'arrivaient pas à résoudre. En collège je ne l'ai plus, cela n'existe pas ! Il faut savoir faire ce qui a été enseigné. On n'est pas obligé de confronter.

Enseignant 3

Ah eh ben … blanc là je sèche un peu. Un élève qui comprend la langue française mais qui n'a pas fait de maths en France. S'il est attentif et s'il s'implique, s'il essaie ça va aller je sais pas pourquoi je devrais lui donner des conseils. Si vraiment il est sérieux, s'il fait tout ce qu'il peut, ben, quand c'est pas clair je peux l'aider. Euh franchement j'en sais rien.

Enseignant 4

Alors …euh…se concentrer sur les exercices qui lui ont le plus plu. Se donner deux ou trois exemples plus la leçon et euh … savoir les refaire quitte à les refaire 10 fois.

Enseignant 5

Blanc … je lui dirais s'intégrer au mieux dans les recherches en classe. A la maison être plus solide en techniques pour travailler les points techniques et être mieux armé pour des situations nouvelles. Oui enfin…euh voilà.

Les réponses qui suivent ont été fournies par écrit de la part des enseignants interrogés.

Enseignant 6 : « J'attends qu'il reprenne ce qui est fait en classe de façon systématique. L'exercice écrit est là pour inciter à relire, reprendre le travail accompli en classe. »

Enseignant 7 : « Mettre à distance, mesurer l'acquisition de ses techniques. »

Enseignant 8 : « Connaître un minimum de vocabulaire. Faire les exercices régulièrement (les devoirs maison sont courts mais donnés régulièrement). Réviser avant les devoirs. Refaire et savoir faire les exercices vus. »

Enseignant 9 : « Apprendre le cours. S'entraîner à faire les exercices simples et classiques pour ensuite essayer de faire les plus durs. »

Question : « Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… Compléter. »

Enseignant 1

Pour moi un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est un élève curieux, qui s'interroge sur la pertinence, qui essaie de trouver par lui- même des réponses aux questions, même en allant chercher de l'aide.

Enseignant 2

Pour moi un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est un élève qui sait ce qu'il a à faire, qui a compris ses propres méthodes de travail pour intégrer durablement les notions. Il sait s'il doit se faire des fiches. Il sait ce qu'il doit faire.

Enseignant 3

Déjà c'est un élève à qui on n'a pas besoin de demander de réviser parce qu'il travaille régulièrement…euh…il il est prêt à aider les autres quand son travail est fini. Euh …. Aussi il finit son travail de bonne heure… il est propre… il est capable de demander si ça ne va pas ...oui, il prend conscience de ses faiblesses.

Enseignant 4

Ça serait un élève à qui on n'a pas besoin de donner des exemples et… qui vérifie tout seul si son travail est fait.

Enseignant 5

Elève autonome dans son travail euh… euh… euh…pas besoin de lui dire de refaire les exos de techniques Il s'entraine au max sur des points méthodes en classe tout seul. Il se consolide des techniques. Il trouve tout seul des nouvelles situations pour s'améliorer.

Enseignant 6 : « Un élève qui sait ce qu'il doit revoir et travaille selon ses besoins ».

Enseignant 7 : « C'est un élève qui reprendra le travail mené lors d'une séance pour s'entraîner à refaire les exercices ou les activités faites, saura repérer ses points difficiles afin de s'entraîner dessus ou solliciter une aide sur ces points relevés. »

Enseignant 8 : « Un élève capable de prendre du temps pour réviser et doser ce temps en fonction de ses capacités dans cette matière. »

Enseignant 9 : « Un élève qui relit son cours jusqu'à ce qu'il ait l'impression d'avoir compris et qui le cas échéant va relire le résumé de cours du livre puis qui écrit /récite ce qui doit être appris et qui enfin, fait les exercices donnés (les essayent tous même s'ils ne sont pas réussis). »

10.5 Annexe 5 Entretien oral avec une surveillante, Félicia

Question :

« Un japonais arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Il te demande ce qu'il faut faire pour étudier sérieusement à la maison en mathématiques. Que lui réponds-tu ? »

Réponse de Félicia

« D'abord, où, toi, en es-tu ? D'abord on n'étudie pas de la même façon mais si toutes les bases sont acquises ! Il faut commencer par rattraper les séquences, tel ou tel prof n'explique pas forcément de la même façon. Il faut rattraper le cours, le comprendre, refaire les exercices vus en cours. »

Question :

« Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… Compléter. »

Réponse de Félicia :

« C'est quelqu'un qui est capable de connaître son emploi du temps qui arrive à s'organiser. Je sais pas, j'ai une heure, j'arrive à anticiper, j'organise mon travail. C'est pas forcément quelqu'un qui connaît son cours sur le bout des doigts, il peut avoir besoin d'aide. Il se laisse du temps pour se tromper, se dire j'y arrive pas, je demanderai pour cet exercice à un copain. Par exemple tu stabilotes ta formule pour ne pas oublier de redemander des précisions. Et puis aimer les maths ! Tu vois, tu fais un exo, tu marques la formule que tu penses être la bonne mais je ne suis pas sûre, bon je ne vais peut-être pas l'appliquer. A défaut d'avoir un résultat, tu as fait un effort de recherche, c'est ça, être autonome ! »

10.6 Annexe 6 Entretiens oral avec un intervenant à l'aide aux devoirs, Thierry

Question :

« Un japonais arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Il te demande ce qu'il faut faire pour étudier sérieusement à la maison en mathématiques. Que lui réponds-tu ? »

Réponse de Thierry :

« Bon, il y a la barrière de la langue. Il faut savoir quelles bases il a, établir un dialogue, le prendre à part, voir son niveau et voir comment on va pouvoir l'intégrer au groupe. »

Question :

« Pour toi, un élève autonome dans son travail en mathématiques, c'est… Compléter. »

Réponse de Thierry

« C'est quelqu'un qui arrive en début d'heure qui sort tout de suite son cahier de suivi, vient me voir, qui a une bonne organisation. »

10.7 Annexe 7 Programme 2008 partie 3

III. LA DEMARCHE D'INVESTIGATION

Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques et la technologie une démarche d'investigation. Comme l'indiquent les modalités décrites ci-dessous, cette démarche n'est pas unique. Elle n'est pas non plus exclusive et tous les objets d'étude ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre. Une présentation par l'enseignant est parfois nécessaire, mais elle ne doit pas, en général, constituer l'essentiel d'une séance dans le cadre d'une démarche qui privilégie la construction du savoir par l'élève. Il appartient au professeur de déterminer les sujets qui feront l'objet d'un exposé et ceux pour lesquels la mise en œuvre d'une démarche d'investigation est pertinente.

La démarche d'investigation présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et à celui des mathématiques. La spécificité de chacun de ces domaines, liée à leurs objets d'étude respectifs et à leurs méthodes de preuve, conduit cependant à quelques différences dans la réalisation. Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'hypothèses explicatives et de conjectures) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre.

Repères pour la mise en œuvre

1. Divers aspects d'une démarche d'investigation

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales et en technologie) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'expliciter les méthodes que nécessite leur mise en oeuvre.

2. Canevas d'une séquence d'investigation

Ce canevas n'a pas la prétention de définir « la » méthode d'enseignement, ni celle de figer de façon exhaustive un déroulement imposé. Une séquence est constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude.

Par commodité de présentation, sept moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable, et le temps consacré à chacun doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant.

Les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, favorisent l'expression sous toutes ses formes et permettent un accès progressif à l'autonomie.

La spécificité de chaque discipline conduit à penser différemment, dans une démarche d'investigation, le rôle de l'expérience et le choix du problème à résoudre. Le canevas proposé doit donc être aménagé pour chaque discipline.

Le choix d'une situation - problème:
- analyser les savoirs visés et déterminer les objectifs à atteindre ;
- repérer les acquis initiaux des élèves ;
- identifier les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs) ;
- élaborer un scénario d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

L'appropriation du problème par les élèves :
Les élèves proposent des éléments de solution qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre.
L'enseignant guide le travail des élèves et, éventuellement, l'aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous. Ce guidage ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement.

La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles :
- formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves (ou les groupes) ;
- élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures ;
- communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves :
- moments de débat interne au groupe d'élèves ;
- contrôle de l'isolement des paramètres et de leur variation, description et réalisation de l'expérience (schémas, description écrite) dans le cas des sciences expérimentales, réalisation en technologie ;
- description et exploitation des méthodes et des résultats ; recherche d'éléments de justification et de preuve, confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

L'échange argumenté autour des propositions élaborées :
- communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent ;
- confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments ; en mathématiques, cet échange peut se terminer par le constat qu'il existe plusieurs voies pour parvenir au résultat attendu et par l'élaboration collective de preuves.

L'acquisition et la structuration des connaissances :
- mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution,
- confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel), en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ;
- recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires,
- reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

La mobilisation des connaissances :
- exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques… (entraînement), liens ;
- nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.

10.8 Annexe 8 Bulletins d'élèves

Bulletin d'un élève faible, années 2017-2018.

Suivi des acquis scolaires de l'élève

	Principaux éléments du programme travaillés	Acquisitions, progrès et difficultés éventuelles	Moyenne sur 20	
			Élève	Classe
Arts plastiques M.	- Mettre en œuvre un projet - S'exprimer, analyser sa pratique, celle de ses pairs ; établir une relation avec celle des artistes, s'ouvrir à l'altérité - Expérimenter, produire, créer	Ensemble annuel satisfaisant.	**15**	15.4
Education physique et sportive Mr	- Développer sa motricité et apprendre à s'exprimer avec son corps - S'approprier seul ou à plusieurs par la pratique, les méthodes et outils pour apprendre - S'approprier une culture physique sportive et artistique pour construire progressivement un regard lucide sur le monde contempor	Résultats insuffisants dus à un travail irrégulier. Enzo a pourtant montré des bonnes intentions et a des qualités mais il a manqué de constance pour que cela porte ses fruits.	**8**	14.6
Français M.	- Ecrire - Comprendre et s'exprimer à l'oral - Lire - Comprendre le fonctionnement de la langue	Ne s'est pas impliqué tout au long du semestre dans son travail. Les résultats s'en ressentent. Ne doit jamais perdre de vue que les qualités qu'il possède ne produiront leurs effets que s'il leur donne l'opportunité d'être exploitées et reconnues.	**8**	10.2
Mathématiques M	- Espace et géométrie - Nombres et calculs - Algorithme et programmation - Déterminer des images ; des antécédents - Calculer une longueur dans un triangle rectangle - Transformer des expressions littérales	Le bilan ce semestre est très décevant.Le manque de travail sérieux et les absences trop fréquentes ont nui aux progrès.Quel dommage!	**4.9**	10.6

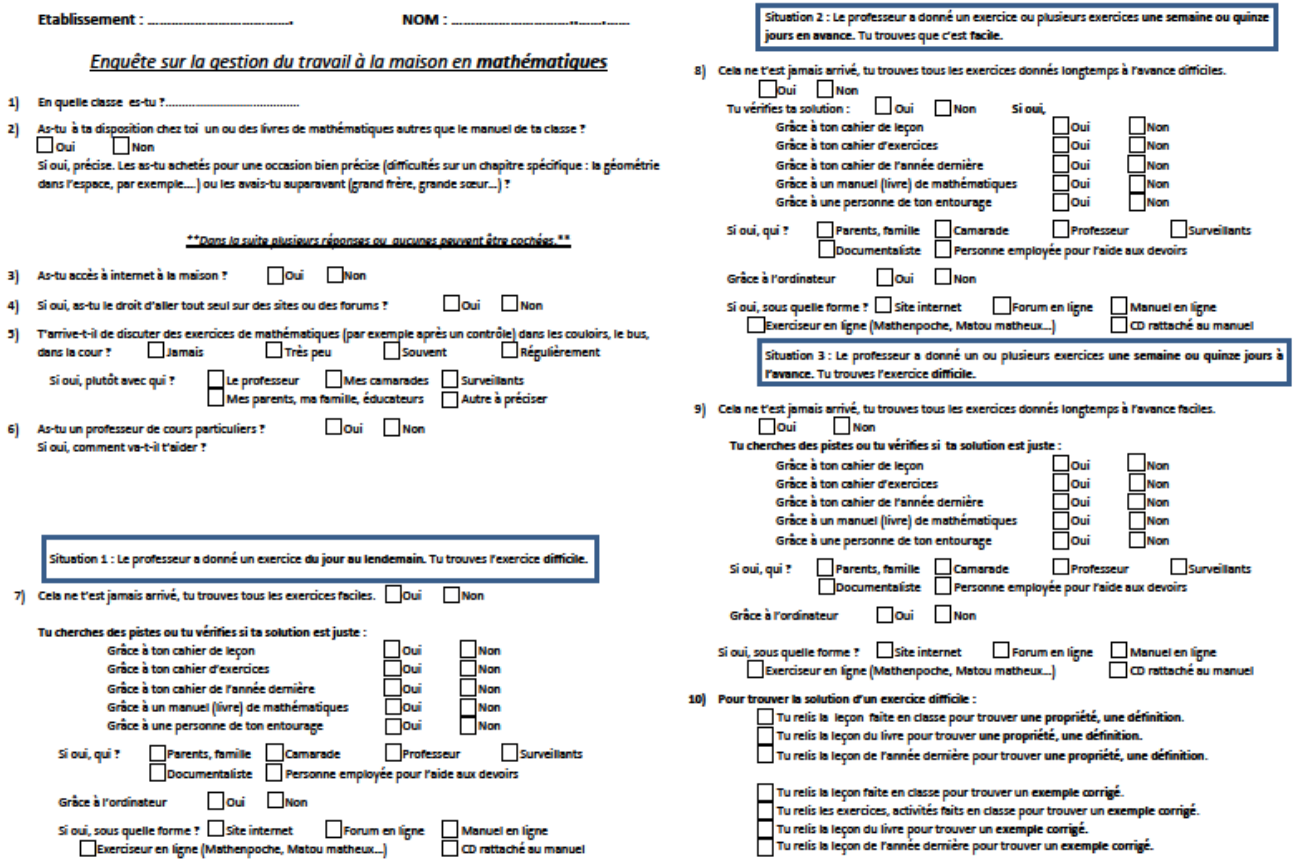
Bulletin d'un élève moyen, années 2017-2018.

Suivi des acquis scolaires de l'élève

	Principaux éléments du programme travaillés	Acquisitions, progrès et difficultés éventuelles	Moyenne sur 20	
			Élève	Classe
Arts plastiques M.	- Mettre en œuvre un projet - S'exprimer, analyser sa pratique, celle de ses pairs ; établir une relation avec celle des artistes, s'ouvrir à l'altérité - Expérimenter, produire, créer	Un ensemble annuel convenable.	**12.2**	15.4
Education physique et sportive Mme	- Développer sa motricité et apprendre à s'exprimer avec son corps - S'approprier seul ou à plusieurs par la pratique, les méthodes et outils pour apprendre - S'approprier une culture physique sportive et artistique pour construire progressivement un regard lucide sur le monde contempor	Bon semestre dans l'ensemble. Excepté un un petit accident en gymnastique, où Manon n'a pas su gérer ses appréhensions, elle s'est montrée sérieuse, dynamique et très investie dans son travail. Le bilan annuel de compétences est satisfaisant.	**13.4**	14.6
Français M.	- Ecrire - Comprendre et s'exprimer à l'oral - Lire - Comprendre le fonctionnement de la langue	La fin du semestre s'est révélée salvatrice. Manon a peut-être enfin eu l'occasion de vérifier le bien-fondé des espoirs qui étaient placés en elle.	**10.4**	10.2
Mathématiques Mme	- Espace et géométrie - Nombres et calculs - Algorithme et programmation - Déterminer des images ; des antécédents - Calculer une longueur dans un triangle rectangle - Transformer des expressions littérales	Des résultats décevants car en baisse par rapport au premier semestre.Le travail personnel,l'attention en classe et la participation orale ont été irréguliers.C'est dommage car Manon est capable de mieux réussir.	**11.8**	10.6

10.9 Annexe 9 Questionnaire distribué aux élèves

10.9.1 Version 6e



Etablissement : ..... NOM : .....

*Enquête sur la gestion du travail à la maison en **mathématiques***

1) En quelle classe es-tu ?.....

2) As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?
☐ Oui ☐ Non
Si oui, précise. Les as-tu achetés pour une occasion bien précise (difficultés sur un chapitre spécifique : la géométrie dans l'espace, par exemple....) ou les avais-tu auparavant (grand frère, grande sœur...) ?

Dans la suite plusieurs réponses ou aucunes peuvent être cochées.

3) As-tu accès à internet à la maison ? ☐ Oui ☐ Non

4) Si oui, as-tu le droit d'aller tout seul sur des sites ou des forums ? ☐ Oui ☐ Non

5) T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans les couloirs, le bus, dans la cour ? ☐ Jamais ☐ Très peu ☐ Souvent ☐ Régulièrement

Si oui, plutôt avec qui ? ☐ Le professeur ☐ Mes camarades ☐ Surveillants ☐ Mes parents, ma famille, éducateurs ☐ Autre à préciser

6) As-tu un professeur de cours particuliers ? ☐ Oui ☐ Non
Si oui, comment va-t-il t'aider ?

Situation 1 : Le professeur a donné un exercice du jour au lendemain. Tu trouves l'exercice difficile.

7) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices faciles. ☐ Oui ☐ Non

Tu cherches des pistes ou tu vérifies si ta solution est juste :
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

Situation 2 : Le professeur a donné un exercice ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours en avance. Tu trouves que c'est facile.

8) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices donnés longtemps à l'avance difficiles.
☐ Oui ☐ Non
Tu vérifies ta solution : ☐ Oui ☐ Non Si oui,
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

Situation 3 : Le professeur a donné un ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours à l'avance. Tu trouves l'exercice difficile.

9) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices donnés longtemps à l'avance faciles.
☐ Oui ☐ Non
Tu cherches des pistes ou tu vérifies si ta solution est juste :
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

10) **Pour trouver la solution d'un exercice difficile :**
☐ Tu relis la leçon faite en classe pour trouver **une propriété, une définition.**
☐ Tu relis la leçon du livre pour trouver **une propriété, une définition.**
☐ Tu relis la leçon de l'année dernière pour trouver **une propriété, une définition.**

☐ Tu relis la leçon faite en classe pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis les exercices, activités faits en classe pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis la leçon du livre pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis la leçon de l'année dernière pour trouver un **exemple corrigé.**

11) **Pour résoudre cet exercice difficile, tu demandes de l'aide :**

- à ton professeur ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux surveillants ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux documentalistes ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mes camarades de classe ou d'une autre classe ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mes parents, frères/sœurs, cousins, voisins ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mon professeur de cours particulier ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux personnes chargées de l'aide aux devoirs ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

Cette aide (personne, internet, forum,...) te permet de :

☐ Te rassurer ☐ Valider tes résultats ☐ Trouver des explications
☐ Autre, précise.

Situation 4 : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques.

12) Comment gères-tu ton temps ?

☐ J'apprends d'abord la leçon puis je fais les exercices.
☐ Je fais les exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.
☐ Autre, précise.

13) Quand commences-tu à réviser ?

☐ La veille ☐ Quelques jours avant ☐ Une semaine (ou plus) avant

14) Trouves-tu que les exercices du contrôle ressemblent à ceux faits en classe ?

☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

15) Fais-tu des exercices supplémentaires, des exercices en plus ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

Si oui, où les trouves-tu ? .....

16) Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu :

Relis la leçon. ☐ Oui ☐ Non
Relis tous les exercices. ☐ Oui ☐ Non
Relis les exercices importants. ☐ Oui ☐ Non
Refais tous les exercices, cahier fermé. ☐ Oui ☐ Non
Refais les exercices importants, cahier fermé. ☐ Oui ☐ Non
Essaies de repérer des points communs entre les exercices. ☐ Oui ☐ Non
Essaies de trouver une méthode générale pour les exercices. ☐ Oui ☐ Non
Revois des notions des années précédentes. ☐ Oui ☐ Non

17) Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :

Apprendre par cœur les définitions est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

Connaître les explications et les justifications est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

Résoudre des problèmes compliqués est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

18) As-tu des précisions à donner sur ta façon de réviser un contrôle de mathématiques ? Lesquelles ?

Situation 5 : Tu dois rendre un devoir-maison en mathématiques.

19) En mathématiques, est-ce que tu t'avances dans tes devoirs-maison ? ☐ Oui ☐ Non

As-tu de l'aide pour planifier tes devoirs-maison? ☐ Oui ☐ Non

20) En mathématiques, as-tu des habitudes dans tes horaires pour réaliser tes devoirs à la maison ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, précise lesquelles (mercredi, week-end, le soir après 20h, après le sport...).

.....

.....

21) Lorsque tu as à rendre un **devoir-maison en mathématiques** :

Est-ce que tu relis ta copie ? ☐ Oui ☐ Non
Est-ce que quelqu'un relit ta copie ? (père, mère frère...) ☐ Oui ☐ Non
Fais-tu un brouillon du devoir ? ☐ Oui ☐ Non
Vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, comment, avec la calculette ?

☐ Oui ☐ Non

➢ Vérifies-tu tes résultats en géométrie ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, à quel niveau ?

☐ au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérences.
☐ au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés que j'utilise.
☐ au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre
☐ au niveau des résultats.
☐ Autre, précise.

22) Quels conseils donnerais-tu à un nouvel élève dans ta classe pour réussir un devoir en mathématiques ?

23) As-tu trouvé ce questionnaire difficile ? ☐ Oui ☐ Non

10.9.2 Version 5e/4e et 3e

Etablissement : ..... **NOM :** .....

*Enquête sur la gestion du travail à la maison en **mathématiques***

1) En quelle classe es-tu ?.....

2) As-tu à ta disposition chez toi un ou des livres de mathématiques autres que le manuel de ta classe ?
☐ Oui ☐ Non
Si oui, précise. Les as-tu achetés pour une occasion bien précise (difficultés sur un chapitre spécifique : la géométrie dans l'espace, par exemple....) ou les avais-tu auparavant (grand frère, grande sœur...) ?

Dans la suite plusieurs réponses ou aucunes peuvent être cochées.

3) As-tu accès à internet à la maison ? ☐ Oui ☐ Non

4) Si oui, as-tu le droit d'aller tout seul sur des sites ou des forums ? ☐ Oui ☐ Non

5) T'arrive-t-il de discuter des exercices de mathématiques (par exemple après un contrôle) dans les couloirs, le bus, dans la cour ? ☐ Jamais ☐ Très peu ☐ Souvent ☐ Régulièrement

Si oui, plutôt avec qui ? ☐ Le professeur ☐ Mes camarades ☐ Surveillants ☐ Mes parents, ma famille, éducateurs ☐ Autre à préciser

6) As-tu un professeur de cours particuliers ? ☐ Oui ☐ Non
Si oui, comment va-t-il t'aider ?

Situation 1 : Le professeur a donné un exercice du jour au lendemain. Tu trouves l'exercice difficile.

7) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices faciles. ☐ Oui ☐ Non

Tu cherches des pistes ou tu vérifies si ta solution est juste :
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

Situation 2 : Le professeur a donné un exercice ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours en avance. Tu trouves que c'est facile.

8) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices donnés longtemps à l'avance difficiles.
☐ Oui ☐ Non
Tu vérifies ta solution : ☐ Oui ☐ Non Si oui,
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

Situation 3 : Le professeur a donné un ou plusieurs exercices une semaine ou quinze jours à l'avance. Tu trouves l'exercice difficile.

9) Cela ne t'est jamais arrivé, tu trouves tous les exercices donnés longtemps à l'avance faciles.
☐ Oui ☐ Non
Tu cherches des pistes ou tu vérifies si ta solution est juste :
Grâce à ton cahier de leçon ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier d'exercices ☐ Oui ☐ Non
Grâce à ton cahier de l'année dernière ☐ Oui ☐ Non
Grâce à un manuel (livre) de mathématiques ☐ Oui ☐ Non
Grâce à une personne de ton entourage ☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui ? ☐ Parents, famille ☐ Camarade ☐ Professeur ☐ Surveillants ☐ Documentaliste ☐ Personne employée pour l'aide aux devoirs

Grâce à l'ordinateur ☐ Oui ☐ Non

Si oui, sous quelle forme ? ☐ Site internet ☐ Forum en ligne ☐ Manuel en ligne ☐ Exerciseur en ligne (Mathenpoche, Matou matheux...) ☐ CD rattaché au manuel

10) **Pour trouver la solution d'un exercice difficile :**
☐ Tu relis la leçon faite en classe pour trouver **une propriété, une définition.**
☐ Tu relis la leçon du livre pour trouver **une propriété, une définition.**
☐ Tu relis la leçon de l'année dernière pour trouver **une propriété, une définition.**

☐ Tu relis la leçon faite en classe pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis les exercices, activités faits en classe pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis la leçon du livre pour trouver un **exemple corrigé.**
☐ Tu relis la leçon de l'année dernière pour trouver un **exemple corrigé.**

11) **Pour résoudre cet exercice difficile, tu demandes de l'aide :**

- à ton professeur ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux surveillants ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux documentalistes ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mes camarades de classe ou d'une autre classe ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mes parents, frères/sœurs, cousins, voisins ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- à mon professeur de cours particulier ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois
- aux personnes chargées de l'aide aux devoirs ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

Cette aide (personne, internet, forum,...) te permet de :

☐ Te rassurer ☐ Valider tes résultats ☐ Trouver des explications

☐ Autre, précise.

Situation 4 : Tu dois préparer des révisions, réviser un contrôle de mathématiques.

12) Comment gères-tu ton temps ?

☐ J'apprends d'abord la leçon puis je fais les exercices.

☐ Je fais les exercices et si je n'y arrive pas je regarde la leçon.

☐ Autre, précise.

13) Quand commences-tu à réviser ?

☐ La veille ☐ Quelques jours avant ☐ Une semaine (ou plus) avant

14) Trouves-tu que les exercices du contrôle ressemblent à ceux faits en classe ?

☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

15) Fais-tu des exercices supplémentaires, des exercices en plus ? ☐ Oui ☐ Non ☐ Parfois

Si oui, où les trouves-tu ? .....

16) Pour réviser un contrôle de mathématiques, tu :

Relis la leçon. ☐ Oui ☐ Non

Relis tous les exercices. ☐ Oui ☐ Non

Relis les exercices importants. ☐ Oui ☐ Non

Refais tous les exercices, cahier fermé. ☐ Oui ☐ Non

Refais les exercices importants, cahier fermé. ☐ Oui ☐ Non

Essaies de repérer des points communs entre les exercices. ☐ Oui ☐ Non

Essaies de trouver une méthode générale pour les exercices. ☐ Oui ☐ Non

Revois des notions des années précédentes. ☐ Oui ☐ Non

17) Pour réviser un contrôle de mathématiques tu trouves que :

Apprendre par cœur les définitions est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

Connaître les explications et les justifications est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

Résoudre des problèmes compliqués est : ☐ Indispensable ☐ Utile ☐ Inutile

18) As-tu des précisions à donner sur ta façon de réviser un contrôle de mathématiques ? Lesquelles ?

Situation 5 : Tu dois rendre un devoir-maison en mathématiques.

19) En mathématiques, est-ce que tu t'avances dans tes devoirs-maison ? ☐ Oui ☐ Non

As-tu de l'aide pour planifier tes devoirs-maison? ☐ Oui ☐ Non

20) En mathématiques, as-tu des habitudes dans tes horaires pour réaliser tes devoirs à la maison ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, précise lesquelles (mercredi, week-end, le soir après 20h, après le sport...).

.....

.....

21) Lorsque tu as à rendre un **devoir-maison en mathématiques** :

Est-ce que tu relis ta copie ? ☐ Oui ☐ Non

Est-ce que quelqu'un relit ta copie ? (père, mère frère...) ☐ Oui ☐ Non

Fais-tu un brouillon du devoir ? ☐ Oui ☐ Non

Vérifies-tu tes calculs avant de rendre ta copie ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, comment, avec la calculette ?

☐ Oui ☐ Non

➢ Vérifies-tu tes résultats en géométrie ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, à quel niveau ?

☐ au niveau des raisonnements, je vérifie qu'il n'y a pas d'incohérences.

☐ au niveau des savoirs, je vérifie les propriétés et les théorèmes que j'utilise.

☐ au niveau des figures, je vérifie avec ma règle, mon rapporteur, mon équerre

☐ au niveau des résultats.

☐ Autre, précise.

22) Quels conseils donnerais-tu à un nouvel élève dans ta classe pour réussir un devoir en mathématiques ?

23) As-tu trouvé ce questionnaire difficile ? ☐ Oui ☐ Non

10.10 Annexe 10 Consignes du questionnaire aux professeurs

Passage du questionnaire, si possible par un autre professeur que celui de mathématiques.

- Le questionnaire dure environ 15 minutes.
- S'il y a des questions où vous ne savez pas quoi répondre, ne rien écrire plutôt que de mettre au hasard.
- Le questionnaire concerne le travail à la maison en mathématiques et pas le travail dans d'autres matières.
- Plusieurs réponses peuvent être cochées ou aucune.
- **Le questionnaire sert à réaliser un sondage et ne servira pas à votre professeur de mathématiques pour une quelconque évaluation (ni compétence, ni note, ni bulletin). Cela n'aura aucune incidence sur vous.**
- **Les résultats du questionnaire ne seront pas transmis à votre professeur de mathématiques.**

Il est important que vous répondiez honnêtement sur ce que vous faites réellement et pas sur ce que vous pensez « être bien ».

Compléments de consignes et questions possibles des élèves

Mise en garde : les situations 1,2 et 3 sont différentes, même si elles sont composées de questions identiques. Relire les encadrés avec les élèves.

Ne pas répondre aux questions des élèves à part pour une incompréhension des questions pour éviter de les influencer.

- Qu'est-ce qu'un manuel ? A prendre comme livre.
- Question 3 : A la maison. Cela peut être chez un voisin, ou chez la grand-mère. Possibilité d'y avoir accès dans le travail personnel.
- Question 4 : site ou forum pas forcément de mathématiques
- Qu'est-ce qu'un exerciseur ? Exercice de mathématiques fait sur ordinateur où l'ordinateur corrige tout seul
- Qu'est-ce qu'un professeur de cours particulier ? Professeur qui vient chez toi pour te donner des cours de mathématiques et que tu payes pour ce service.
- Question 17 : « Résoudre des problèmes compliqués » à prendre comme « faire des exercices très compliqués. »
- Question 22 : Le devoir en question est un devoir maison ou/et devoir surveillé en classe au choix de l'élève.

- Les mots « cahier de leçon » ou « cahier d'exercices » sont à prendre comme partie leçon et partie exercices s'il s'agit d'un classeur ou d'un porte-vues.

  Consignes aux professeurs pour les entretiens

  Dans le cadre d'une enquête, je recherche des volontaires pour répondre à des questions lors d'entretiens de 15 minutes. Le sujet concerne la vie des collégiens : intégration dans le collège, bien-être, stress des contrôles. Pourriez-vous me désigner 6 élèves qui travaillent mais dont les résultats sont différents (2 bons élèves ; 2 élèves moyens et 2 élèves faibles) si possible en respectant la parité garçons /filles. Etant moi-même professeur de mathématiques, je demanderai aux élèves d'amener leurs affaires de mathématiques et tout ce qui leur sert pour réviser les mathématiques afin d'illustrer leurs propos. Je vous remercie pour votre participation.

10.11 Annexe 11 Canevas d'entretiens

10.11.1 Entretien ante-contrôle

1) Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi par rapport à l'école, par rapport à l'année dernière ?
2) Est-ce que tu fais du sport ? As-tu des loisirs ? Combien de temps par semaine ? Tu habites loin ? Comment viens-tu au collège ? Et la nourriture à la cantine ? As-tu beaucoup d'amis ?
3) En mathématiques, pour l'instant, tu dirais que tu es en progrès ? Tu es constant ? Les mathématiques pour toi, c'est plutôt facile ? Difficile ?
   Un prochain contrôle en mathématiques a été annoncé ? Quand a-t-il été annoncé ?
4) Que dois-tu réviser ? Sur quoi porte le contrôle ?
5) As-tu déjà révisé ?
   Si oui, où, combien de temps ? En plusieurs fois ?
   Seul, avec des amis, avec tes parents ?
   Si non, comment envisages-tu tes révisions ?
6) Si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, ce serait lequel ?
   Un truc qui va tomber !
7) Quel matériel utilises-tu pour réviser ?
   Quel cahier ? Manuel de la classe ? Autre livre ? Internet ?
8) Quelqu'un t'aide -t–il ? Si oui qui (famille, professeur, amis, aide aux devoirs) ?
   Si oui, comment t'aident-ils ?
9) Comment travailles-tu pour réviser ?

Le chercheur laisse du temps à l'élève pour qu'il puisse réfléchir. En cas de difficultés, on aide l'élève à se souvenir « Tu es assis dans ta chambre sur ton bureau, souviens-toi, puis… » On évite les questions orientées du type : As-tu refait des exercices ? As-tu relu la

leçon ? Du moins, pas avant qu'il ne l'ait lui-même évoqué. On enquête sur les représentations familiales de l'étude à l'école et plus particulièrement celles en mathématiques.

10) Quels conseils te donnent tes parents pour bien travailler à l'école ? et pour bien travailler en mathématiques ?
11) Comment sais-tu que tu sais ? Comment détectes-tu que tu as compris ou pas ?
12) Imaginons qu'un élève chinois arrive dans ta classe. Il ne connaît rien au système éducatif français. Quels conseils lui donnerais-tu pour bien réviser les contrôles de mathématiques et qu'il réussisse ?

10.11.2 Entretien post-contrôle

1) Le contrôle a-t-il été rendu ? Corrigé ? Si oui, par qui ?
2) Penses-tu avoir réussi ? Pourquoi ? S'il n'a pas été rendu, quelle note penses-tu avoir ? Peux-tu m'expliquer ?
3) L'exercice sur lequel tu misais est-il tombé ?
4) Qu'as-tu fait pour réviser ? Chaque fois, on s'appuie sur les cahiers et manuel de l'élève.
5) Comment as-tu trouvé le devoir ?
   Facile ? Difficile ? Long ? Court ? Surprenant ? Pourquoi ?
6) On reprend une à une les questions du contrôle à partir de la copie corrigée par le professeur et on demande à l'élève de montrer ses erreurs et d'essayer de les corriger. Si une difficulté apparaît, on revient sur ses révisions. Avais-tu révisé cette partie ? Comment avais-tu révisé ? En quoi est-ce différent dans le contrôle par rapport à ce que tu avais vu à la maison ?
   Peux-tu m'expliquer tes erreurs ? Peux-tu les corriger ?

10.12 Annexe 12 Situations 1, 2 et 3

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4	1	0	0	0	0
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 1

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4					
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 2

Elève n°	Cahier de leçon	Cahier d'exercices	Cahier année passée	Manuel	Internet
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0
3	1	1	0	1	0
4					
5	1	1	1	0	1
6	1	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	1

Tableau de réponses à la situation 3

10.13 Annexe 13 Questionnaire des enseignants

10.13.1 Questionnaire des enseignants envoyé par mail.

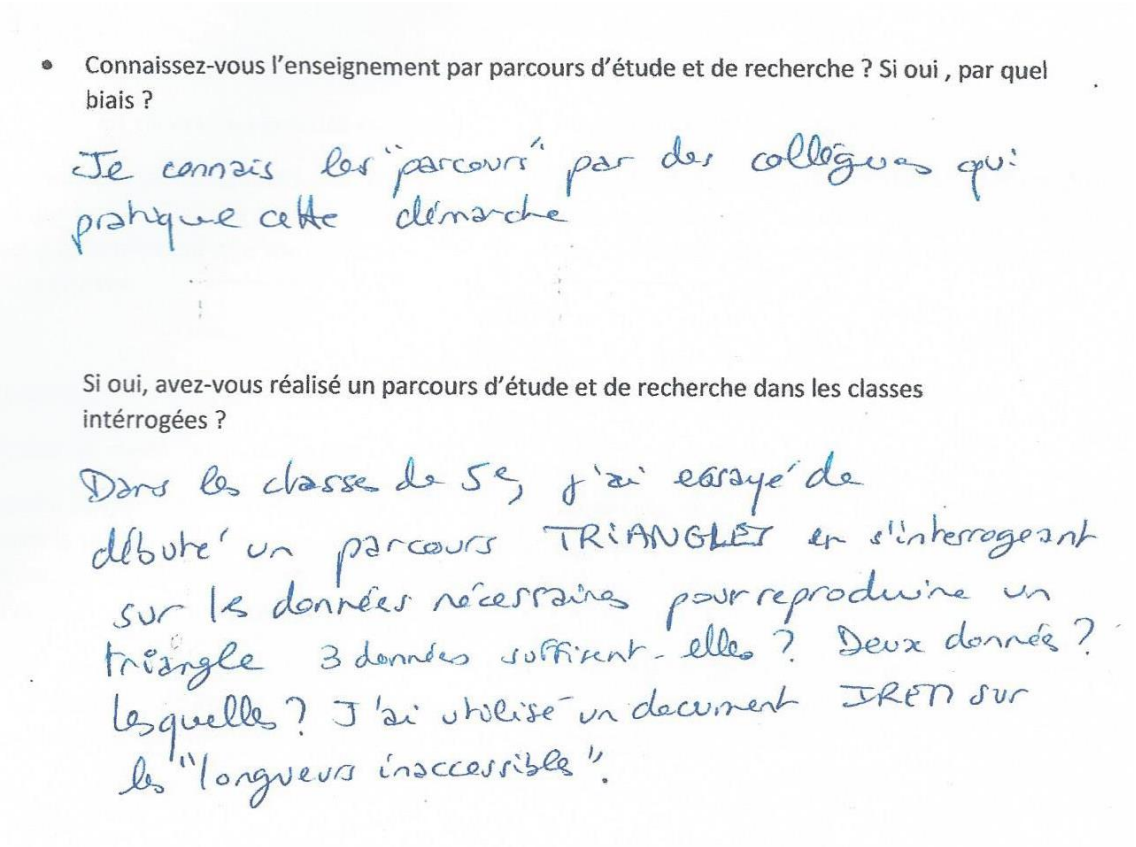
NOM : …….. Etablissement d'enseignement : ……..

- Connaissez- vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui, par quel biais ?

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes interrogées ?

10.13.2 Réponses

Enseignant 1



- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

Je connais les "parcours" par des collègues qui pratique cette démarche

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Dans la classe de 5e, j'ai essayé de débuter un parcours TRIANGLE en s'interrogeant sur les données nécessaires pour reproduire un triangle 3 données suffisent-elles ? Deux données ? lesquelles ? J'ai utilisé un document IREM sur les "longueurs inaccessibles".

Enseignant 2

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

PERMES (et initialement par une collègue)

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Bâtisseurs, dans ces classes-là

Enseignant 3

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

oui, par toi. ☺!

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

oui, "à cause de" toi ☺☺!!

Enseignant 4

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ? NON

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Enseignant 5

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

oui, Laure Guerin ... !

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

en 5e, PER sur les relatifs
en 6e, périmètre et aires..

Enseignant 6

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

Oui, par l'IREM.

Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

PER des distance inaccessibles en 4e.
Rien en 3e .
6e parcours sur les aires.

Enseignant 7

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  OUI.

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

  Oui 3e Alice et Bertrand (algèbre) et parcours Vénus.
  4e Les bâtisseurs et les relatifs.

Enseignant 8

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  Oui, par l'IREM.

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

  PER des distance inaccessibles en 4e.
  Rien en 3e .
  6e parcours sur les aires.

Enseignant 9

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  non

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

Enseignant 10

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  Je ne crois pas.

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

  ?

Enseignant 11

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  NON.

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

  /

10.13.3 Questionnaire des enseignants sur le contrat d'étude

Enseignant y_1

I) **Ressources matérielles**

A) Manuel de la classe

- Quel est le manuel de la classe (nom, éditeur, année d'édition) ? Etes-vous en accord avec le choix de ce livre ? Est-ce un choix établissement ?

  Maths 6e - Dimensions, HATIER - 2016
  oui, oui.

  Y a –t-il un CD rattaché ? Un site compagnon ? Si oui, l'utilisez-vous ?

  pas de CD, site compagnon que je n'utilise pas.

- **Comment vous servez-vous du manuel ?**
  Comme une banque d'exercices ? Pour les leçons ? Pour les tests de début de chapitre ? Les QCM bilan ? Les pages de révisions ? Faites-vous des fiches d'exercices personnelles ?

  Je donne des fiches d'exercices personnelles au bas desquelles sont notés les exercices du livre pour les élèves en autonomie (banque d'ex.)

  Quels types d'exercices cherchez-vous dans le livre ? (Tâches ouvertes, exercices d'application, problèmes, autre ...)

  Tous les types d'exercices sont utilisés mais essentiellement les ex. d'appl. et de recherche.

B) Ressources informatiques

Vous servez-vous de sites internet ? Des exerciseurs ? Lesquels ? De logiciels spécifiques ?

très peu ... geogebra en cours.

C) Organisation matérielle

Quelle organisation matérielle avez-vous? 2 cahiers ? Un classeur? Est- ce un choix commun à l'établissement ?
Y a-t-il une mise en valeur des propriétés ? De ce qu'il faut retenir ? Des exercices plus difficiles ? Des exercices types ? Avez- vous des astuces de mise en valeur ?

choix personnel :
- un cahier du jour (tout ce qui ne relève pas de la leçon)
- un porte-vues (leçons et points de méthode importants, photocopiés)

D) Autres ressources

Utilisez- vous d'autres ressources dans la classe ?

Lors d'une recherche d'activités, une résolution de problèmes, quels sont les documents autorisés (aucun ; tous ; le livre ; le cahier de leçon ; autre) ?

Tous les documents sont autorisés avec un prêt - mes par ilot.

II) Ressources humaines

Existe- t-il dans l'établissement un dispositif d'aide aux devoirs ou assimilé ? Quel est le principe ? Les professeurs et les élèves sont-ils volontaires ? Comment sont-ils recrutés (Élèves et aides aux élèves) Est-ce spécifique aux mathématiques ?

Dispositif "Devoirs faits", toutes disciplines, élèves et professeurs volontaires, sur les trous de l'EDT avec, en plus, une heure / semaine dédiée par niveau.

III) Organisation des devoirs à la maison

- Quel « genre » d'exercices donnez-vous à faire à la maison ?

Faciles ? Difficiles ? Les deux ? A quelle fréquence ?

- Exercices de "mise en application à la maison" en parallèle de la fiche de leçon.
- Terminer les exercices du jour si besoin (rarement)
- Parfois DM de préparation de l'évaluation.

Vérifiez-vous si les devoirs à la maison sont faits ?

- Pendant la phase de correction, je tourne dans la classe pour voir où en est chaque élève. Pas de sanction pour du travail non fait

- Gestion du temps et des devoirs à la maison

  Une planification des devoirs est-elle donnée ?

  non.

- Donnez-vous des devoirs à la maison sur informatique ?

  non.

- Devoir maison

  Donnez-vous des devoirs maison (contrôles en temps libre) ?

  (Oui) non

  ↳ rarement.

Si non pourquoi ? Je veux voir le travail se faire.

Si oui, quel délai en général ? une semaine.

Pour vous, un **bon** « devoir maison » c'est un devoir que l'enfant doit pouvoir faire sans aide extérieure (famille, ...)

- Donnez-vous des travaux collectifs à faire à la maison ? non.
- Quelles sont vos attentes en terme de travail à la maison ?
  - apprendre les éléments identifiés de la leçon.
  - faire la partie "Mise en application" à la maison.

IV) Organisation des devoirs surveillés, des contrôles.

- Donnez-vous des exercices similaires à ceux travaillés en classe ?
  oui, pour une grande part, similaires voire identiques.
- Donne-vous des contrôles devoirs surveillés sur informatique ? non.
- Qu'attendez-vous des élèves comme révisions lors d'un contrôle ?
  - apprendre les éléments identifiés de la leçon
  - refaire les exercices identifiés collectivement comme importants

- Donnez-vous des conseils pour réviser ? Avec le livre ou avec une autre ressource ? Si oui, lesquels ?

oui, avec les supports que je leur donne (résumés, cartes mentales, fiches d'ex.)

V) Représentation de « l'étude des mathématiques à la maison » et de «l'autonomie».

- « Un élève autonome dans son travail en mathématiques » pour vous, c'est .....

un élève qui sait aller chercher les ressources en cas de besoin.

- Ecrivez 5 mots ou groupes de mots qui viennent à l'esprit quand vous lisez les mots
  - **AUTONOMIE dans le travail personnel des élèves en mathématiques**

Parmi les mots que vous associez à l'AUTONOMIE, les classer par ordre d'importance avec des numéros 1, 2, 3, 4 et 5.

- absence d'adulte
- ressource
- à construire car non spontané
- objectif de fin de 3e

- Le travail à la maison pour vous, ça sert à .....

- être prêt à suivre le cours suivant
- s'approprier une leçon.

Enseignant y_2

II Ressources matériel

A) Manuel de la classe

- Quel est le manuel de la classe (nom, éditeur, année d'édition) ? Etes-vous en accord avec le choix de ce livre ? Est-ce un choix établissement ?

Delta maths 5e Magnard (ISBN 978 2 210 10469 3)

Choix établissement. Exercices faciles et peu nombreux (-) mais travail par notions (+)

Y a –t-il un CD rattaché ? Un site compagnon ? Si oui, l'utilisez-vous ?

NON oui NON

- **Comment vous servez-vous du manuel ?**

Comme une banque d'exercices ? Pour les leçons ? Pour les tests de début de chapitre ? Les QCM bilan ? Les pages de révisions ? Faites-vous des fiches d'exercices personnelles ?

Banque d'exercices (oui) + Fiches personnelles
Leçons (non)
Tout le reste (non).

Quels types d'exercices cherchez-vous dans le livre ? (Tâches ouvertes, exercices d'application, problèmes, autre ...)

exercices d'application
d'entraînement
problèmes

B) **Ressources informatiques**

Vous servez-vous de sites internet ? Des exerciseurs ? Lesquels ? De logiciels spécifiques ?

NON

C) Organisation matérielle

Quelle organisation matérielle avez-vous? 2 cahiers ? Un classeur? Est- ce un choix commun à l'établissement ?

Y a-t-il une mise en valeur des propriétés ? De ce qu'il faut retenir ? Des exercices plus difficiles ? Des exercices types ? Avez- vous des astuces de mise en valeur ?

- 1 cahier séparé en 1 partie cours / 1 partie exercices (3 cahiers sur l'année)
- choix établissement
- Propriétés : clairement identifiées dans le cours
- Applications : dans le cours = exercices avec énoncé puis résolution [à savoir refaire seul / parfaitement / avec la rédaction complète]

→ Réussions = systématiquement savoir refaire les applications du cours (exercices "de base").

D) Autres ressources

Utilisez- vous d'autres ressources dans la classe ?

Lors d'une recherche d'activités, une résolution de problèmes, quels sont les documents autorisés (aucun ; tous ; le livre ; le cahier de leçon ; autre) ?

Fiches autorisées lors des évaluations pour certains élèves décrocheurs

II) Ressources humaines

Existe- t-il dans l'établissement un dispositif d'aide aux devoirs ou assimilé ? Quel est le principe ? Les professeurs et les élèves sont-ils volontaires ? Comment sont-ils recrutés (Elèves et aides aux élèves) Est-ce spécifique aux mathématiques ? → NON

Oui, sur créneau "Fin de journée" 15h18h
Professeur / surveillants / volontaires
Élèves volontaires

III) Organisation des devoirs à la maison

- Quel « genre » d'exercices donnez-vous à faire à la maison ?

Faciles ? Difficiles ? Les deux ? A quelle fréquence ?

→ d'un jour sur l'autre en semaine
→ d'une séance à l'autre [incluant weekend → un exercice pour chaque heure (ou plusieurs).]

1 "devoir maison" pour chaque lundi
(petit devoir maison ! Un exercice ou deux à faire sur feuille : NON NOTÉ mais CORRIGÉ) OBLIGATOIRE.

Vérifiez-vous si les devoirs à la maison sont faits ?

- ponctuellement pour les exercices
- systématiquement pour les travaux maison (devoir maison du lundi ramassé, réclamé, corrigé).

- Gestion du temps et des devoirs à la maison
  Une planification des devoirs est-elle donnée ? → NON
  contrôle noté 1 semaine avant
  devoir surveillé idem
  devoir maison donné 1 sc. avant

- Donnez-vous des devoirs à la maison sur informatique ?
  → NON

- Devoir maison
  Donnez-vous des devoirs maison (contrôles en temps libre) ?
  (Oui) (non)
  Si non pourquoi ?

  Si oui, quel délai en général ? 1 semaine (mais ils sont TRÈS court et très nombreux → 22 sur l'année)

Pour vous, un **bon** « devoir maison » c'est .....
lorsque l'élève a cherché,
a réussi à mettre par écrit
une recherche personnelle.

- Donnez-vous des travaux collectifs à faire à la maison ? NON

- Quelles sont vos attentes en terme de travail à la maison ?
  → régularité des exercices
  des devoirs maisons
  courts mais nombreux / donnés régulièrement
  → révision avant les devoirs
  refaire et savoir refaire les exercices vus
  connaître "un minimum" de vocabulaire et propriété.

IV) Organisation des devoirs surveillés, des contrôles.

- Donnez-vous des exercices similaires à ceux travaillés en classe ?
  oui proches des applications (notés sur 15/20)
  plus complexes ou reprenants des
  notions vus avant (notés sur 5/20)

- Donne-vous des contrôles devoirs surveillés sur informatique ?
  NON

- Qu'attendez-vous des élèves comme révisions lors d'un contrôle ?

- lorsque la propriété ou formules sont nécessaires les connaître (ou avoir construit une "fiche" pour ceux qui sont en difficulté → ils peuvent la prendre lors de l'évaluation).
- Relire les applications du cours → savoir refaire des exercices (s'aider des autres vues en partie exercices si nécessaire).

- Donnez-vous des conseils pour réviser ? Avec le livre ou avec une autre ressource ? Si oui, lesquels ?

→ oui Voir fiche "annexe"

V) Représentation de « l'étude des mathématiques à la maison » et de «l'autonomie».

- « Un élève autonome dans son travail en mathématiques » pour vous, c'est .....

un élève capable de prendre du temps pour réviser et de doser ce temps en fonction de ses capacités dans cette matière.

- Le travail à la maison pour vous, ça sert à .....

apprendre et retenir ce qui a été compris en classe, soulever des questionnements faire des erreurs pour demander des précisions au professeur.

Enseignant y_3

I) **Ressources matérielles**

A) Manuel de la classe

- Quel est le manuel de la classe (nom, éditeur, année d'édition) ? Etes-vous en accord avec le choix de ce livre ? Est-ce un choix établissement ?

KIWI maths, 2016 HACHETTE

Y a –t-il un CD rattaché ? Un site compagnon ? Si oui, l'utilisez-vous ?

Non. Oui un site compagnon mais je ne l'utilise pas.

- **Comment vous servez-vous du manuel ?**
  Comme une banque d'exercices ? Pour les leçons ? Pour les tests de début de chapitre ? Les QCM bilan ? Les pages de révisions ? Faites-vous des fiches d'exercices personnelles ?

J'utilise des exercices du livre et des fiche d'exercices personnelles. Le livre est utilisée comme une ressource pour travailler en classe et à la maison, au même titer que d'autres livres (de niveaux 6^e,5^e,4^e, 3^e revues...) à disposition dans la mini-bibliothèque au fond de la salle.

Quels types d'exercices cherchez-vous dans le livre ? (Tâches ouvertes, exercices d'application, problèmes, autre ...)

Tout type d'exercices

- Donne-vous des contrôles devoirs surveillés sur informatique ?

Non.

- Qu'attendez-vous des élèves comme révisions lors d'un contrôle ?

Refaire les exercices, reprendre le cours.Refaire éventuellment les activités de recherche.

- Donnez-vous des conseils pour réviser ? Avec le livre ou avec une autre ressource ? Si oui, lesquels ?

Non.

Vérifiez-vous si les devoirs à la maison sont faits ?

Non. Lorsque je regarde c'est uniquement pour prendre connaissance de la diversité des réponses.

- Gestion du temps et des devoirs à la maison
  Une planification des devoirs est-elle donnée ?
  non

- Donnez-vous des devoirs à la maison sur informatique ?

Très peu.

- Devoir maison
  Donnez-vous des devoirs maison (contrôles en temps libre) ?
  Oui
  Si non pourquoi ?

  Si oui, quel délai en général ? 1 semaine.

Pour vous, un **bon** « devoir maison » c'est

Un devoir qui permet de faire réfléchir et de chercher.

- Donnez-vous des travaux collectifs à faire à la maison ?
  Oui. Travaux de groupes engagés en classe et à finir parfosi à la maison.

- Quelles sont vos attentes en terme de travail à la maison ?

- Retravailler les techniques et comprendre comment elles s'articulent.

IV) Organisation des devoirs surveillés, des contrôles.

- Donnez-vous des exercices similaires à ceux travaillés en classe ?

Oui.

Site internet pour faire des recherches sur la Terre par exemple. Non aucun exerciseur.Logiciel : géogébra et tableur.

C) Organisation matérielle

Quelle organisation matérielle avez-vous? 2 cahiers ? Un classeur? Est- ce un choix commun à l'établissement ?
Y a-t-il une mise en valeur des propriétés ? De ce qu'il faut retenir ? Des exercices plus difficiles ? Des exercices types ? Avez- vous des astuces de mise en valeur ?

1 cahier avec une partie « activité de recherche » et une partie « leçons »

Une partie est au début du cahier et l'autre à la fin.

1 cahier d'exercices.

D) Autres ressources

Utilisez- vous d'autres ressources dans la classe ?
Lors d'une recherche d'activités, une résolution de problèmes, quels sont les documents autorisés (aucun ; tous ; le livre ; le cahier de leçon ; autre) ?

Tous les documents sont autorisés : internet, livre...
Sauf pour des activités très spécifiques.

II) Ressources humaines

Existe- t-il dans l'établissement un dispositif d'aide aux devoirs ou assimilé ? Quel est le principe ? Les professeurs et les élèves sont-ils volontaires ? Comment sont-ils recrutés (Élèves et aides aux élèves) Est-ce spécifique aux mathématiques ?

Oui aide aux devoirs le soir de 16h à 17h , sur inscription des parents et sollicités par le professeur principal ou la CPE.

III) Organisation des devoirs à la maison

- Quel « genre » d'exercices donnez-vous à faire à la maison ?

Faciles ? Difficiles ? Les deux ? A quelle fréquence ?

- Le travail à la maison pour vous, ça sert à .....

  Asseoir les connaissances.

- Connaissez-vous l'enseignement par parcours d'étude et de recherche ? Si oui , par quel biais ?

  OUI grâce à l'IREM.

  Si oui, avez-vous réalisé un parcours d'étude et de recherche dans les classes intérrogées ?

  5e : la terre, les relatifs, le sel.Distances inaccessibleS.
  4e Alice et Bertrand, Bâtisseurs, Bactéries. Relatifs. Distances inaccessibles.
  3e : Vénus, Distances inaccessibles. Parcours sur les fonctions.

10.14 Annexe 14 Le cours de Filip

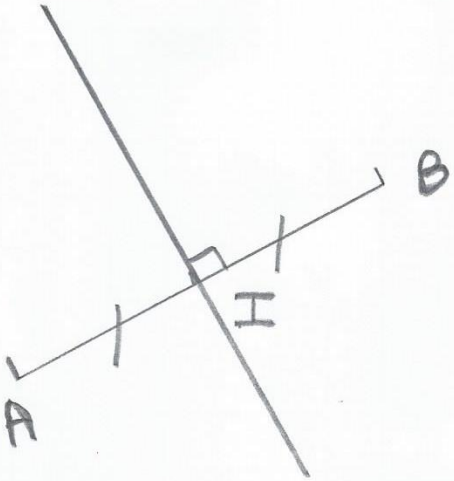
Chapitre 2 Médiatrices et cercle circonscrit

I) Médiatrice d'un segment

A et B sont deux points.

1) **Définition**

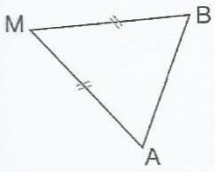
La droite perpendiculaire à (AB) et passant par le milieu de [AB] est appelée médiatrice du segment [AB].



2) **Propriété**

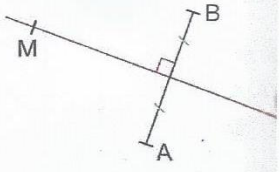
Si le point M est à égale distance de A et de B (ou est équidistant de A et B) alors M est situé sur la médiatrice de [AB].

Exemple



Données
MA = MB

Donc, d'après cette propriété

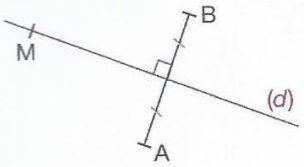


Conclusion
M appartient à la médiatrice du segment [AB].

3) Propriété réciproque

Si M est situé sur la médiatrice de [AB] alors M est à égale distance de A et de B (MA= MB).

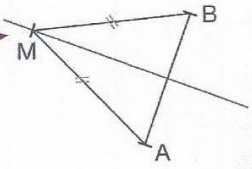
Exemple



Données
M appartient à la médiatrice du segment [AB].

Donc, d'après cette propriété

On dit que M est équidistant de A et de B.

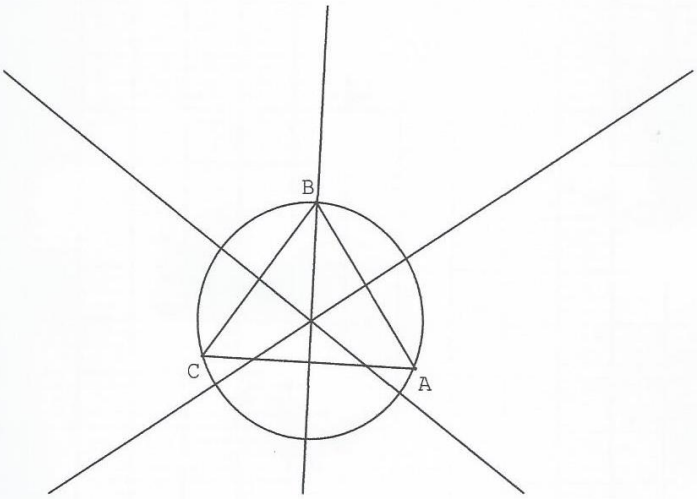


Conclusion
MA = MB

II) Cercle circonscrit à un triangle

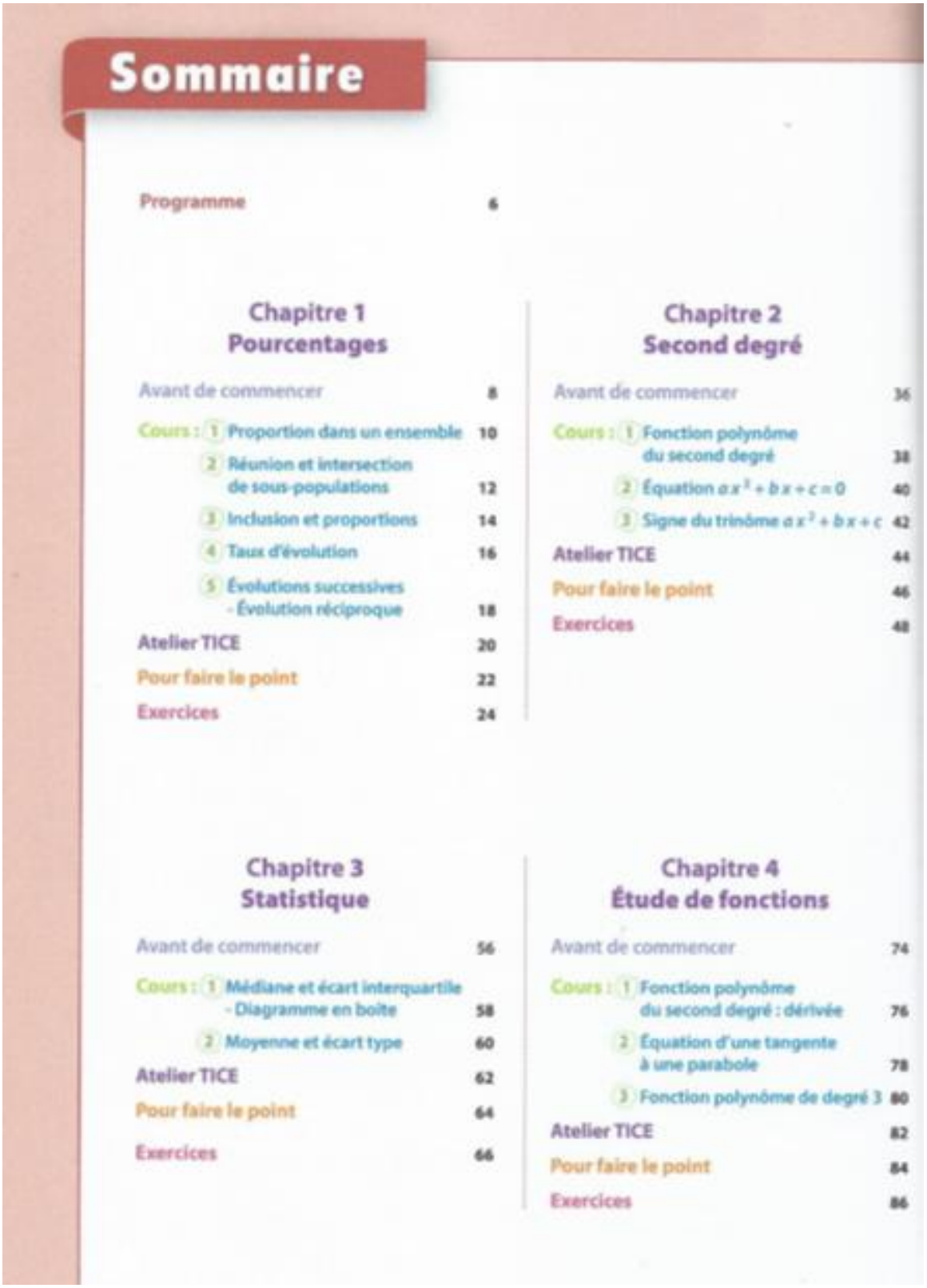
Propriété : Les médiatrices des côtés d'un triangle sont concourantes.

Le point de concours est le centre du cercle circonscrit au triangle.



10.15 Annexe 15 Documents de Louise

10.15.1 Le sommaire du manuel de Louise : Mathématiques 1ère STMG, Misset & Belarbi, Hachette éducation,2012



Sommaire

Programme 6

Chapitre 1
Pourcentages

Avant de commencer 8
Cours : 1 Proportion dans un ensemble 10
2 Réunion et intersection de sous-populations 12
3 Inclusion et proportions 14
4 Taux d'évolution 16
5 Évolutions successives - Évolution réciproque 18
Atelier TICE 20
Pour faire le point 22
Exercices 24

Chapitre 2
Second degré

Avant de commencer 36
Cours : 1 Fonction polynôme du second degré 38
2 Équation $ax^2 + bx + c = 0$ 40
3 Signe du trinôme $ax^2 + bx + c$ 42
Atelier TICE 44
Pour faire le point 46
Exercices 48

Chapitre 3
Statistique

Avant de commencer 56
Cours : 1 Médiane et écart interquartile - Diagramme en boîte 58
2 Moyenne et écart type 60
Atelier TICE 62
Pour faire le point 64
Exercices 66

Chapitre 4
Étude de fonctions

Avant de commencer 74
Cours : 1 Fonction polynôme du second degré : dérivée 76
2 Équation d'une tangente à une parabole 78
3 Fonction polynôme de degré 3 80
Atelier TICE 82
Pour faire le point 84
Exercices 86

Chapitre 5
Probabilités

Avant de commencer 102

Cours : 1 Probabilité d'événement 104

2 Schéma de Bernoulli 106

3 Variable aléatoire X 108

Atelier TICE 110

Pour faire le point 112

Exercices 114

Chapitre 6
Suites numériques

Avant de commencer 126

Cours : 1 Modes de génération d'une suite 128

2 Représentation et sens de variation 130

3 Suites arithmétiques 132

4 Suites géométriques 134

Atelier TICE 136

Pour faire le point 138

Exercices 140

Chapitre 7
Loi binomiale - Échantillonnage

Avant de commencer 152

Cours : 1 Loi binomiale 154

2 Échantillonnage et intervalle de fluctuation à 95 % 156

3 Prise de décision 158

Atelier TICE 160

Pour faire le point 162

Exercices 164

Corrigés des exercices 176

Techniques de base

Pour réussir un exercice de maths 188

Calculatrice et information chiffrée 190

Calcul algébrique 193

Lectures graphiques 194

Équations 196

Fonctions usuelles 197

Probabilité et lien avec les proportions 200

Utilisation d'Excel 201

Calculatrices graphiques Casio 202

Calculatrices graphiques T.I. 204

Notations en maths 206

Mémento 207

Index 208

10.15.2 Les exercices de son manuel (pages 25 et 27)

Pour s'entraîner

1 Proportion dans un ensemble

30 Dans une entreprise de 120 employés, on compte 75 femmes. Calculer la proportion de femmes dans cette entreprise. Exprimer cette proportion en pourcentage.

31 Dans son aquarium de 230 litres, Olivier doit renouveler $\frac{1}{5}$ de l'eau par de l'eau osmosée.
Quelle quantité d'eau doit-il changer ?
L'exprimer en litre, puis en m^3.
On rappelle que $1\ m^3 = 1\,000\ L$.



32 **1.** Le loyer mensuel de Tom est de 600 euros. Cela représente 30 % de son salaire mensuel.
Calculer le montant de son salaire.
2. Le crédit contracté pour sa voiture représente 15 % de son salaire.
Quel est le montant des mensualités de ce crédit ?

33 Dans un lycée, 30 % des étudiants post-Bac préparent un BTS Management des Unités Commerciales et $\frac{9}{20}$ des étudiants préparent un BTS Transport. Comparer les effectifs des étudiants de ces deux BTS.

34 Un concessionnaire de voitures gère un parc de 450 véhicules, dont 270 sont de marques étrangères.
1. Calculer la proportion de véhicules de marques étrangères dans ce parc et exprimer cette proportion en pourcentage.
2. En déduire la proportion (exprimée en pourcentage) de véhicules de marques françaises.

35 Dans un club sportif, on dénombre 66 adhérents de 20 ans ou plus.
94 adhérents ont moins de 20 ans.
Calculer la proportion d'adhérents de 20 ans ou plus, ainsi que la proportion d'adhérents de moins de 20 ans.
Exprimer ces proportions en pourcentage.

36 Durant une année, un cycliste a effectué un relevé de ses temps de parcours sur un même circuit.

temps (en min)	nombre de fois	fréquence (en %)
moins de 15	18	
de 15 à 16 exclu		
de 16 à 17 exclu	54	
de 17 à 18 exclu		10
18 ou plus	6	
total	120	

Ses résultats sont regroupés dans le tableau suivant. Recopier et compléter ce tableau.

37 **1.** Dans la classe de 1re STMG 1, lors du dernier devoir de sciences de gestion, la proportion d'élèves ayant eu une note supérieure à 14 est de 35 % et celle d'élèves ayant eu une note de 10 à 12 est de 25 %.
Peut-on comparer ces deux proportions ? Justifier.
2. Dans la classe de 1re STMG 2, à ce même devoir, la proportion d'élèves ayant eu une note supérieure à 14 est de 30 %.
Peut-on en déduire qu'il y a moins d'élèves de 1re STMG 2 qui ont obtenu plus de 14 que d'élèves de 1re STMG 1 ? Justifier la réponse.

38 CALC Dans une entreprise, les salaires sont répartis suivant le tableau ci-dessous :

salaires (en €)	effectifs
de 1200 à 1400 exclu	45
de 1400 à 1800 exclu	75
de 1800 à 2500 exclu	150
2500 ou plus	35
total	

À l'aide des « listes » de la calculatrice, et des calculs sur les listes, calculer les fréquences (exprimées en pourcentage) de ces classes de salaires.

39 Dans un club de tennis de La Baule on compte 30 % de joueurs de moins de 12 ans.



À Saint-Nazaire, on compte 25 % de joueurs dont l'âge est inférieur à 12 ans.
Benjamin affirme : « Il y a plus de joueurs de moins de 12 ans à La Baule qu'à Saint-Nazaire. »
Que peut-on penser de son affirmation ? Justifier.

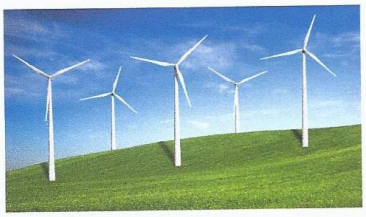
48 **1.** Dans une entreprise A, 20 % des salariés sont des cadres, 60 % sont des femmes et 10 % des salariés sont des femmes cadres.
Calculer la part des femmes ou des cadres dans l'entreprise A.
2. Dans une autre entreprise B, 40 % des salariés sont des cadres, 50 % sont des femmes et 35 % des salariés sont des femmes non cadres.
Calculer la part des hommes ou des cadres dans l'entreprise B (on peut faire un tableau).

3 Inclusion et proportions

49 La DVDthèque d'Iléana est composée de 30 % de films d'action et, parmi ces films d'action, 60 % sont des films avec Bruce Willis.
Quelle est la proportion de films avec Bruce Willis dans la collection d'Iléana ?

50 Dans une classe, 45 % des élèves sont des garçons et un tiers des garçons portent des lunettes.
Il y a 3 garçons à lunettes dans la classe.
a) Combien y a-t-il d'élèves dans cette classe ?
b) Combien y a-t-il de filles dans cette classe ?

51 L'électricité consommée par une usine est composée à 90 % d'énergie renouvelable. L'énergie fournie par des éoliennes représente 63 % de la consommation énergétique de cette usine.
Quelle est la part de l'énergie fournie par les éoliennes par rapport aux énergies renouvelables ?



52 Dans une société, les cadres représentent 40 % des salariés et les cadres supérieurs représentent un cinquième des cadres.
Quelle est la proportion de cadres supérieurs par rapport aux salariés de cette société ?

53 Dans un lycée, les filles en classe de seconde représentent 24 % des élèves.
Sachant que la proportion des élèves en classe de seconde est de $\frac{2}{5}$, calculer la proportion de filles parmi les élèves de seconde.

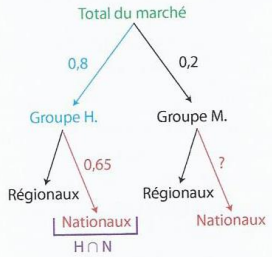
54 Sur le marché des téléphones mobiles, la marque S détient 63 % du marché et le modèle TM66 de la marque S représente 22 % de la totalité du marché.
Déterminer la part du modèle TM66 dans la marque S.

55 Une cité scolaire compte 1 500 élèves répartis en trois catégories : 330 internes, 735 demi-pensionnaires et les externes.
On compte dans la cité 60 % de filles et, parmi celles-ci, 20 % sont des internes.
De plus, 55 % des garçons de cette cité scolaire sont demi-pensionnaires.
1. Calculer la proportion, en pourcentage, de filles internes dans cet établissement.
2. Recopier et compléter les effectifs manquants du tableau suivant :

	externes	D-P.	internes	total
garçons				
filles				
total				1 500

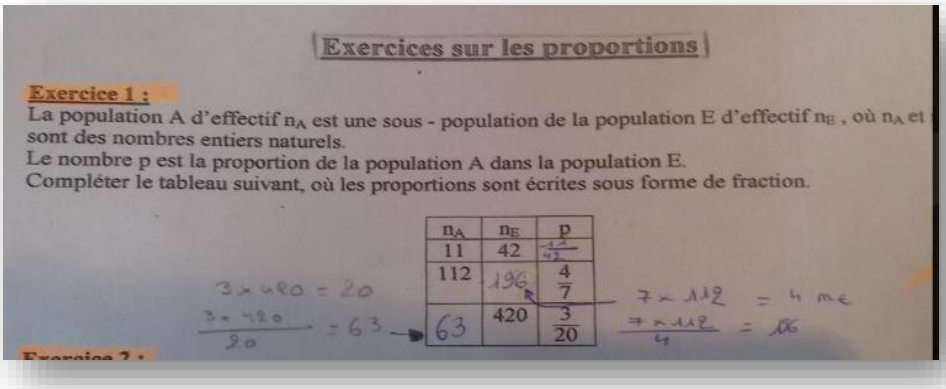
3. À l'aide de ce tableau, déterminer, dans cette cité :
a) la proportion de garçons ;
b) la proportion d'élèves internes et garçons ;
c) la proportion d'internes parmi les garçons ;
d) la proportion d'internes ou de garçons ;
e) la proportion de garçons dans les internes.

56 Deux groupes H. et M. se partagent le marché de la distribution des journaux.
80 % des journaux sont distribués par le groupe H. et 65 % des journaux distribués par le groupe H. sont des journaux nationaux.



a) Calculer la part des journaux nationaux distribués par le groupe H. pour la totalité du marché.
b) Sachant que les journaux nationaux représentent 62 % du marché, calculer la part des journaux nation… dans le groupe M.

10.15.3 Exercice de son cahier



Exercices sur les proportions

Exercice 1 :

La population A d'effectif n_A est une sous - population de la population E d'effectif n_E , où n_A et … sont des nombres entiers naturels.
Le nombre p est la proportion de la population A dans la population E.
Compléter le tableau suivant, où les proportions sont écrites sous forme de fraction.

n_A	n_E	p
11	42	$\frac{11}{42}$
112	196	$\frac{4}{7}$
63	420	$\frac{3}{20}$

10.16 Annexe 16 Programmes 2016 Bulletin Officiel n°11 du 26 novembre 2015

10.16.1 Programme du cycle 3 (6e)

▶ **CYCLE 3** MATHÉMATIQUES

Grandeurs et mesures

Au cycle 3, les connaissances des grandeurs déjà fréquentées au cycle 2 (longueur, masse, contenance, durée, prix) sont complétées et structurées, en particulier à travers la maitrise des unités légales du Système International d'unités (numération décimale ou sexagésimale) et de leurs relations. Un des enjeux est d'enrichir la notion de grandeur en abordant la notion d'aire d'une surface et en la distinguant clairement de celle de périmètre. Les élèves approchent la notion d'angle et se familiarisent avec la notion de volume en la liant tout d'abord à celle de contenance.

La notion de mesure d'une grandeur, consiste à associer, une unité étant choisie, un nombre (entier ou non) à la grandeur considérée. Il s'agit de déterminer combien d'unités ou de fractionnements de l'unité sont contenus dans la grandeur à mesurer. Les opérations sur les grandeurs permettent également d'aborder les opérations sur leurs mesures. Les notions de grandeur et de mesure de la grandeur se construisent dialectiquement, en résolvant des problèmes faisant appel à différents types de tâches (comparer, estimer, mesurer). Dans le cadre des grandeurs, la proportionnalité sera mise en évidence et convoquée pour résoudre des problèmes dans différents contextes.

Dans la continuité du cycle 2, le travail sur l'estimation participe à la validation de résultats et permet de donner du sens à ces grandeurs et à leur mesure (estimer en prenant appui sur des références déjà construites : longueurs et aire d'un terrain de basket, aire d'un timbre, masse d'un trombone, masse et volume d'une bouteille de lait…).

Attendus de fin de cycle

- Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle.
- Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs.
- Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs.	
Comparer des périmètres avec ou sans recours à la mesure. Mesurer des périmètres en reportant des unités et des fractions d'unités, ou en utilisant une formule. » Notion de longueur : cas particulier du périmètre. » Formule du périmètre d'un carré, d'un rectangle. » Formule de la longueur d'un cercle. » Unités relatives aux longueurs : relations entre les unités de longueur et les unités de numération (grands nombres, nombres décimaux).	Utiliser des instruments de mesure : décamètre, pied à coulisse, visée laser (télémètre), applications numériques diverses. Adapter le choix de l'unité, de l'instrument en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée. Aborder la notion de distance comme plus court chemin entre deux points, entre un point et une droite.
Comparer, classer et ranger des surfaces selon leurs aires sans avoir recours à la mesure. Différencier aire et périmètre d'une surface. Déterminer la mesure de l'aire d'une surface à partir d'un pavage simple ou en utilisant une formule. Estimer la mesure d'une aire par différentes procédures. » Unités usuelles d'aire : multiples et sous-multiples du m^2 et leurs relations, are et hectare. » Formules de l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque.	Situations amenant les élèves à : » superposer, découper, recoller des surfaces. » utiliser des pavages afin de mieux comprendre l'action de mesurer une aire. Adapter le choix de l'unité en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée ou en fonction du domaine numérique considéré.
Relier les unités de volume et de contenance. Estimer la mesure d'un volume par différentes procédures. » Unités usuelles de contenance (multiples et sous multiples du litre). » Unités usuelles de volume (cm^3, dm^3, m^3), relations entre les unités. Déterminer le volume d'un pavé droit en se rapportant à un dénombrement d'unités ou en utilisant une formule. » Formule du volume d'un cube, d'un pavé droit.	Comparer ou mesurer des contenances (ou volumes intérieurs d'un récipient) sans avoir recours à la mesure ou en se rapportant à un dénombrement. Par exemple, trouver le nombre de cubes de 1 cm d'arête nécessaires pour remplir un pavé droit. Adapter le choix de l'unité en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée.

Identifier des angles dans une figure géométrique. Comparer des angles. Reproduire un angle donné en utilisant un gabarit. Reconnaitre qu'un angle est droit, aigu ou obtus. Estimer la mesure d'un angle. Estimer et vérifier qu'un angle est droit, aigu ou obtus. Utiliser un instrument de mesure (le rapporteur) et une unité de mesure (le degré) pour : - déterminer la mesure en degré d'un angle ; - construire un angle de mesure donnée en degrés. » Notion d'angle. » Lexique associé aux angles : angle droit, aigu, obtus. » Mesure en degré d'un angle.	Avant le travail sur les mesures, établir des relations entre des angles (sommes, partages, référence aux angles du triangle équilatéral, du triangle rectangle isocèle). Comparer des angles sans avoir recours à leur mesure (par superposition, avec un calque). Différencier angles aigus et angles obtus Estimer la mesure d'un angle, par exemple à 10° près, et vérifier à l'aide du rapporteur. Utiliser des gabarits d'angles, l'équerre, le rapporteur. Le rapporteur est un nouvel instrument de mesure qu'il convient d'introduire à l'occasion de la construction et de l'étude des figures.
Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux	
Résoudre des problèmes de comparaison avec et sans recours à la mesure. Résoudre des problèmes dont la résolution mobilise simultanément des unités différentes de mesure et/ou des conversions.	Situations amenant les élèves à compléter les unités de grandeur (longueur, masse, contenance, durée) et à mettre en évidence les relations entre elles.
Calculer des périmètres, des aires ou des volumes, en mobilisant ou non, selon les cas, des formules. » Formules donnant • le périmètre d'un carré, d'un rectangle ; • la longueur d'un cercle ; • l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque ; • le volume d'un cube, d'un pavé droit.	
Calculer la durée écoulée entre deux instants donnés. Déterminer un instant à partir de la connaissance d'un instant et d'une durée. » Unités de mesures usuelles: jour, semaine, heure, minute, seconde, dixième de seconde, mois, année, siècle, millénaire.	Utiliser les unités de mesure des durées et leurs relations. Exploiter des ressources variées : » tableaux d'horaires ou de réservation de transport ; » tableaux d'horaires de marées, d'activités sportives ; » programmes de cinéma, de théâtre, programmes télévisés. Ces différentes ressources sont utilisées sur un support papier ou un support numérique en ligne.

10.16.2 Programme du cycle 4 (5e, 4e,3e)

Thème C - Grandeurs et mesures

En continuité avec le travail engagé au cycle 3, ce thème se prête particulièrement à des connexions avec les autres thèmes du programme et offre de nombreux liens avec la physique-chimie ou les sciences de la vie et de la Terre. C'est aussi l'occasion d'activités de recherche (par exemple pour déterminer la formule donnant le volume de certains solides).

Les élèves doivent disposer de références concrètes (savoir, par exemple, que la circonférence de la Terre est environ 40 000 km) et être capables d'estimer l'ordre de grandeur d'une mesure. Par ailleurs, le travail autour des formules s'inscrit parfaitement dans l'introduction du calcul littéral.

Attendu de fin de cycle

» Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées
» Comprendre l'effet de quelques transformations sur des grandeurs géométriques

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées	
Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables, notamment des grandeurs composées, en conservant les unités. Vérifier la cohérence des résultats du point de vue des unités. » Notion de grandeur produit et de grandeur quotient. » Formule donnant le volume d'une pyramide, d'un cylindre, d'un cône ou d'une boule.	Identifier des grandeurs composées rencontrées en mathématiques ou dans d'autres disciplines (par exemple, aire, volume, vitesse, allure, débit, masse volumique, concentration, quantité d'information, densité de population, rendement d'un terrain). Commenter des documents authentiques (par exemple, factures d'eau ou d'électricité, bilan sanguin).
Comprendre l'effet de quelques transformations sur des grandeurs géométriques	
Comprendre l'effet d'un déplacement, d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs, les aires, les volumes ou les angles. » Notion de dimension et rapport avec les unités de mesure (m, m^2, m^3).	Utiliser un rapport de réduction ou d'agrandissement (architecture, maquettes), l'échelle d'une carte. Utiliser un système d'information géographique (cadastre, géoportail, etc.) pour déterminer une mesure de longueur ou d'aire ; comparer à une mesure faite directement à l'écran.

10.17 Annexe 17 Contrôles de y_1

10.17.1 Contrôle la première année

NOM : ..... Cours . / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

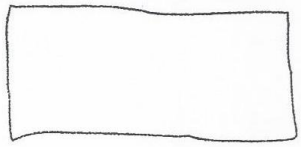
.....

.....

Exercice 2 :

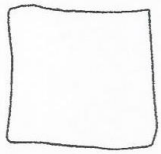
Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :



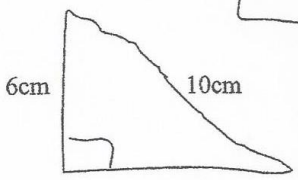
- Son périmètre est : .....
- Son aire est : .....

Un **carré** de 6cm de côté :



- Son périmètre est : .....
- Son aire est : .....

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : .....
- Son aire est : .....

Un **disque** de rayon 4cm :

- Son périmètre est : .....
- Son aire est : .....

Rappel : $\pi \approx 3,1$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

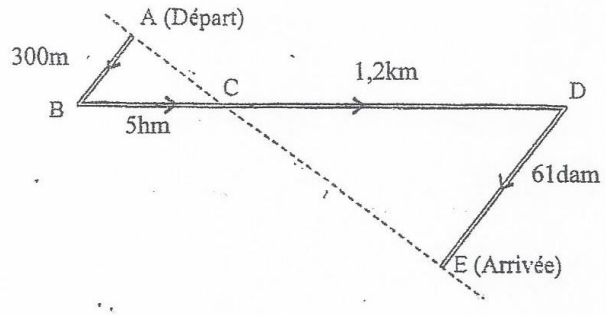
.....

.....

.....

.....

.....



Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

10.17.2 Contrôle la deuxième année

NOM : ..... **COURS** **/CYCLE 3/GRANDEURS ET MESURES**

Comparer des périmètres, comparer des aires/Evaluation formative

---

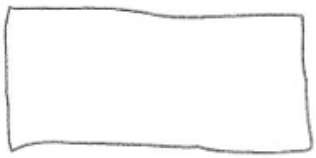
Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

.....

.....

Exercice 2

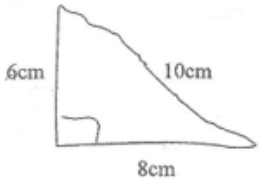
Un rectangle de longueur 5cm et de largeur 3cm



Son périmètre est : .....

Son aire est : .....

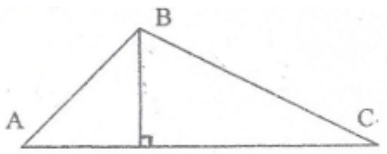
Un triangle rectangle qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm



Son périmètre est : .....

Son aire est : .....

Le triangle ci-contre (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant tes calculs).



Un disque de rayon 4 cm :

Son périmètre est : ..... Son aire : .....

Rappel $\pi \approx 3,1$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.
Quelle est la longueur de ce cross ?

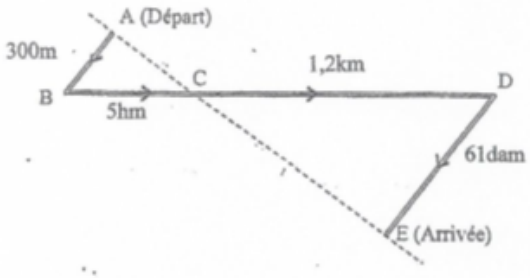
.....

.....

.....

.....

.....



Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

10.18 Annexe 18 Documents issus de la classe de y_1, la première année

10.18.1 Porte-vues de leçons

Cours / Cycle 3 / Grandeurs et mesures / Fiche 3

Mesurer des périmètres, des aires, des volumes, ...

1. Unités de mesure

L'unité de mesure des longueurs est le **mètre (m)**.

Les 1ers multiples du mètre sont :

- Le **décamètre (dam)**: 1dam = 10 m
- L'**hectomètre (hm)** : 1hm = 100 m
- Le **kilomètre (km)** : 1km = 1 000 m

Les 1ers sous-multiples du mètre sont :

- Le **décimètre (dm)** : 1dm = $\frac{1}{10}$ m = 0,1m
- Le **centimètre (cm)** : 1 cm = $\frac{1}{100}$ m = 0,01m
- Le **millimètre (mm)** : 1 mm = $\frac{1}{1\,000}$ m = 0,001m

Ordre des préfixes des unités :..... k / h / da / unité / d / c / m .....

Mise en application à la maison :

78dam =.....m ; 540 m =.....dam

547m =.....dam ; 87hm = ...m

980m = ...dam 541m = ...dam

= .....hm = ...hm

Exercices d'entrainement :

5 p 118 ; 7 p 119 ; 1 à 4 p 127 ; 22 p 130

L'unité de mesure des surfaces est le **mètre carré (m^2)**.

$1m^2$ est la mesure de l'aire d'un carré de côté 1m : $1m^2 = 1m \times 1m$

1m = 10dm donc $1m^2 = 10dm \times 10dm$

$1m^2 = 100dm^2$

De même $1dam^2 = 100m^2$ ...

Mise en application à la maison :

$78dam^2$ = ...m^2 ; $540m^2$ = ...dam^2

109 482 m^2 = ...dam^2

= .....hm^2

= .....km^2

L'unité de mesure des volumes est le **mètre cube (m^3)**.

$1m^3$ est la mesure du volume d'un cube de côté 1m : $1m^3 = 1m \times 1m \times 1m$

1m = 10dm donc $1m^3 = 10dm \times 10dm \times 10dm$

$1m^3 = 1\,000dm^3$

Mise en application à la maison :

$78dam^3$ = ...m^3 ; $540m^3$ = ...dam^3

109 482 dm^3 = ...m^3

= .....dam^3

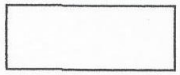
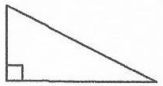
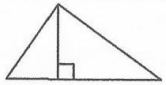
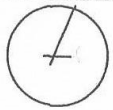
Exercices d'entrainement :

31, 33, 35 p 121 ; 16 à 19 p 165

Pour mesurer les volumes, on peut aussi utiliser le litre et ses multiples et sous-multiples :

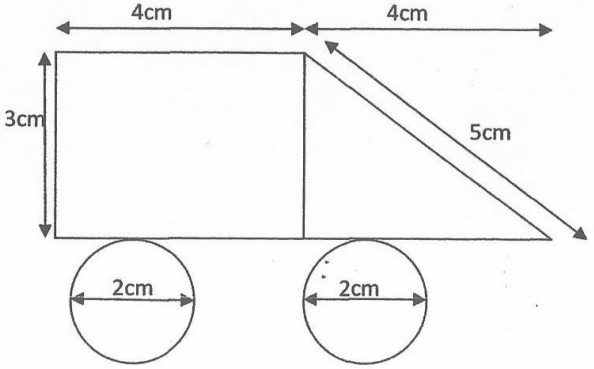
$1L = 1dm^3$.

2. Formules de calculs

Forme	Figure	Formule du périmètre	Formule de l'aire
Rectangle		$\mathcal{P} = a + b + a + b$ $= (a + b) \times 2$	$\mathcal{A} = a \times b$
Carré		$\mathcal{P} = c \times 4$	$\mathcal{A} = c \times c$ $= c^2$
Triangle rectangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (a \times b) : 2$
Triangle		$\mathcal{P} = a + b + c$	$\mathcal{A} = (c \times h) : 2$
Disque		$\mathcal{P} = 2 \times \pi \times r$	$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$ $= \pi \times r^2$

Mise en application à la maison :

Calculer l'aire et le périmètre de la figure ci-dessous



.....

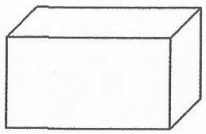
.....

.....

.....

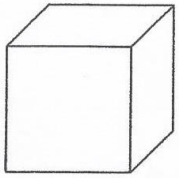
Volume d'un pavé droit :

Volume = $a \times b \times c$



Volume d'un cube :

Volume = c^3



Exercices d'entrainement : (avec la calculatrice)

5 à 10 p 127 ; 11 à 17 p 129 ; 28 p 130 ; 35 p 131 ; 44 p 132 ; 4 et 7 p 163 ; 14 et 15 p 165 ; 25 p 167 ; 43 p 169

Expert :

51 et 52 p 133 ; 70 p 136 ; 66 p 172 ; 15 p 179

10.18.2 Cahier d'exercices

NOM : ..... Cours / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Entrainement technique

Exercice 1 : Premières conversions

Complète les égalités de conversions suivantes :

2daL + 6L + 1dL + 8cL + 7mL = ...L = ...dL = ...cL =.....mL

$145m^3 + 367dm^3 + 89cm^3 + 2mm^3$ = ...mm^3 = ...m^3

5kg + 6hg + 9g + 4cg = ...g =.....dg = ...mg

$51dam^2 + 63m^2 + 7dm^2 + 26cm^2$ = ...dm^2 = ...m^2

6A + 4dA + 6cA + 9mA = ...A = ...cA = ...mA

7dm + 3dam + 4hm + 2m + 6cm = ...m = ...mm

Exercice 2 : Calculs de périmètres et aires

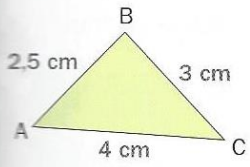
Pour chacune des figures ci-dessous, trace avec les instruments puis calcule l'aire et le périmètre :

- un carré RSTU de côté 5 cm ;	- un rectangle IJKL de côtés 63mm et 4,5cm ;
- un triangle EFG rectangle en E tel que EF = 45mm ; EG = 60mm ; FG = 7,5cm ;	-un disque de rayon 4cm.

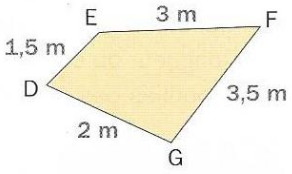
N°5 à 10 page 127

5 Calculer le périmètre des polygones suivants.

a.

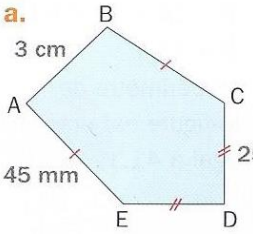


b.

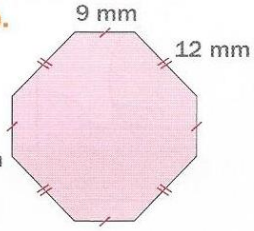


6 Calculer le périmètre des polygones suivants.

a.



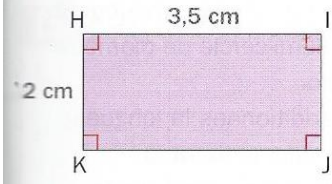
b.



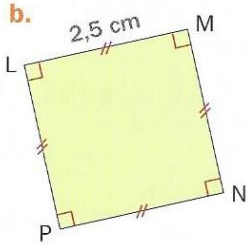
Calculer le périmètre d'un polygone à l'aide d'une formule

7 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a.



b.



8 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a. Un carré de côté 25 mm.

b. Un rectangle de longueur 7 cm et de largeur 5 cm.

9 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a. Un rectangle de longueur 3,5 cm et de largeur 15 mm.

b. Un losange de côté 12,5 cm.

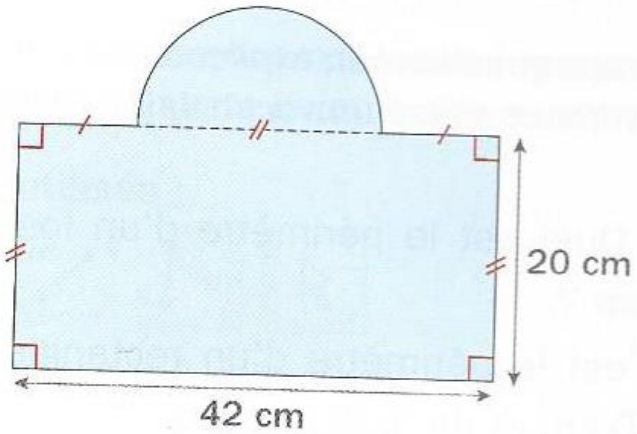
10 Un terrain de tennis est un rectangle de longueur 23,77 m et de largeur 8,23 m.

● Quel est son périmètre ?



N°35 page 131

35 Calculer le périmètre de la figure suivante.



N°11 à 17 page 129

Pour les exercices 11 à 13, prendre $\pi \approx 3{,}14$ et utiliser la calculatrice.

11 Calculer la longueur des cercles suivants.

a. Un cercle de rayon 3 cm.

b. Un cercle de diamètre 9 cm.

c. Un cercle de diamètre 15 mm.

12 Calculer la longueur des figures suivantes.

a. Un demi-cercle de diamètre 12 mm.

b. Un quart de cercle de rayon 110 mm.

c. Un demi-cercle de rayon 7 cm.

13 Recopier et compléter le tableau suivant.

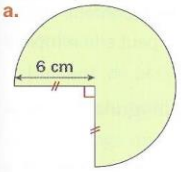
	Rayon	Diamètre	Périmètre
		2 cm	
	42,5 cm		
			18,84 m

Calculer le périmètre d'une figure composée

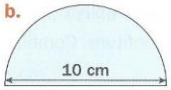
Pour les exercices 14 à 17, prendre $\pi \approx 3{,}14$ et utiliser la calculatrice.

14 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a.



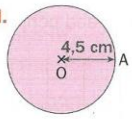
b.



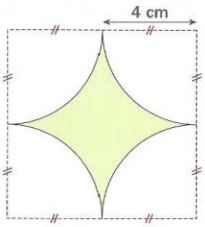
c.



d.

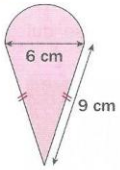


15 Calculer le périmètre de la figure suivante.

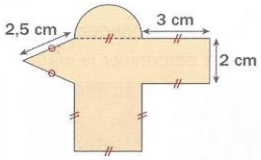


16 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a.

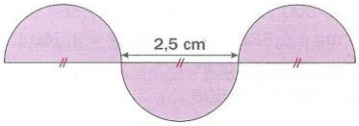


b.

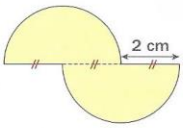


17 Calculer le périmètre des figures suivantes.

a.

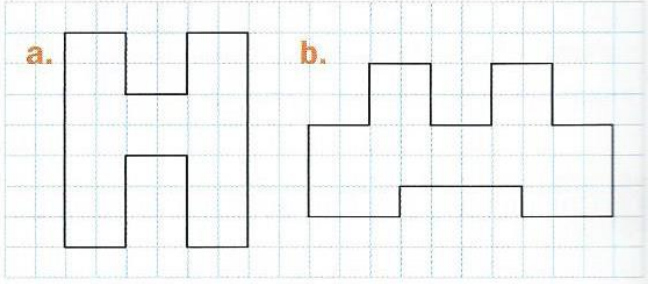


b.



N°28 page 130

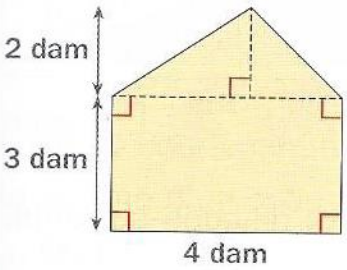
28 a. Laquelle des deux figures ci-dessous a le plus grand périmètre ?



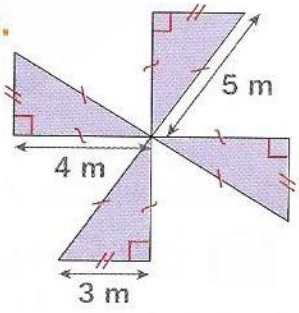
N°25 page 167

25 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.



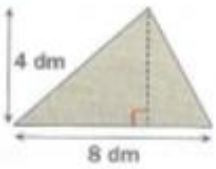
b.



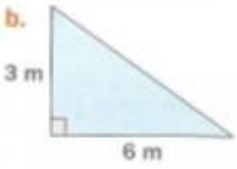
N°4 page 163

4 Calculer l'aire des figures suivantes.

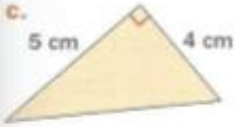
a.



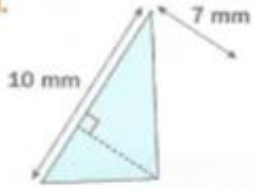
b.



c.

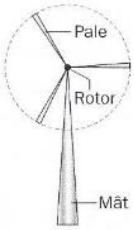


d.



N°70 page 136

70 Un parc éolien comprend cinq éoliennes alignées. Chacune d'elles a les caractéristiques suivantes :



- Longueur du mât : 100 m
- Longueur d'une pale : 40 m
- Puissance produite : 3 MW
- Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge : 2 190 h/an

a. Calculer le périmètre du disque décrit par les trois pales en mouvement.

b. La distance entre deux éoliennes est de 500 m. Quelle est la longueur du parc éolien ?

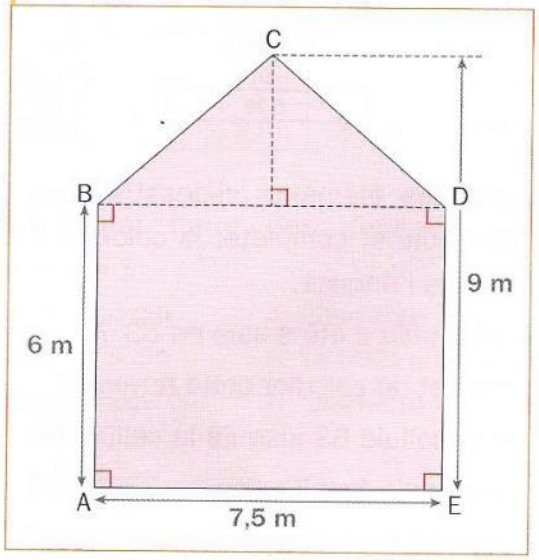
c. Calculer la production énergétique annuelle du parc.

N°66 page 172

66 Au boulot !

Agnès envisage de peindre la façade de son hangar.
Pour ces travaux de peinture, Agnès a besoin d'un rouleau crépit gros grain et d'un pinceau plat.

1 Schéma de la façade



● Quel est le montant à prévoir pour repeindre le hangar ?

D'après Brevet 2015

Les unités
N°5 page 118

5 Quelle est la longueur la plus grande ?

a. 10 m ou 5 dam ?
b. 45 cm ou 4,5 m ?
c. 2 km ou 15 000 dm ?
d. 854 mm ou 8,7 dm ?

→ Dico-Maths 60

N°31 et 32 page 121

Utiliser les unités d'aire

31 Effectuer les conversions suivantes.

a. 5,46 m^2 = … dm^2 **b.** 948 cm^2 = … dm^2

c. 97 km^2 = … hm^2 **d.** 400 dam^2 = … hm^2

e. 0,33 cm^2 = … mm^2 **f.** 15 000 m^2 = … km^2

32 Deux chefs pingouins discutent sur la banquise.



Le premier dit : « Mon peuple possède 18 km^2 de glace ici, et deux icebergs de 25 000 dam^2 et 1 400 dam^2 dans l'océan Antarctique.»

Le deuxième répond : « Nous n'avons pas d'iceberg, mais notre territoire mesure 21 km^2. »

● Lequel de ces deux pingouins a le plus grand territoire ?

→ Dico-Maths 68

N°7 page 119

Utiliser les unités de longueurs

7 Effectuer les conversions suivantes.

a. 10 m = … dm **b.** 650 cm = … dm

c. 4,7 km = … dam **d.** 62,7 dam = … hm

e. 0,12 cm = … mm **f.** 1 500 m = … dam

N°2 et 4 page 127

1 **1.** Convertir chaque masse en grammes.

a. 75 kg **b.** 250 mg **c.** 1 350 cg

2. Convertir chaque masse en kilogrammes.

a. 6 450 g **b.** 35 000 000 mg

c. 15 t **d.** 0,25 q

2 Recopier et compléter avec l'unité de longueur qui convient.

a. 3,5 km = 3 500 …

b. 864 m = 0,864 …

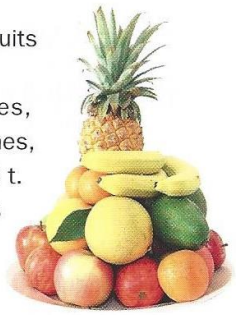
c. 1 685 mm = 1,685 …

d. 8 355 cm = 83,55 …

e. 0,075 m = 75 …

3 Un plateau de fruits est composé de 2,5 kg de bananes, 1 800 g de clémentines, un ananas de 0,001 5 t.

● Ranger ces fruits dans l'ordre croissant de leur masse.



4 Convertir chaque longueur en mètres.

a. 4 km **b.** 7,5 km **c.** 0,25 km

d. 73,5 km **e.** 135 km **f.** 150 cm

g. 2 500 mm **h.** 455 cm **i.** 32 cm

10.19 Annexe 19 Documents issus de la classe de y_1 la deuxième année

10.19.1 Porte- vues de leçons

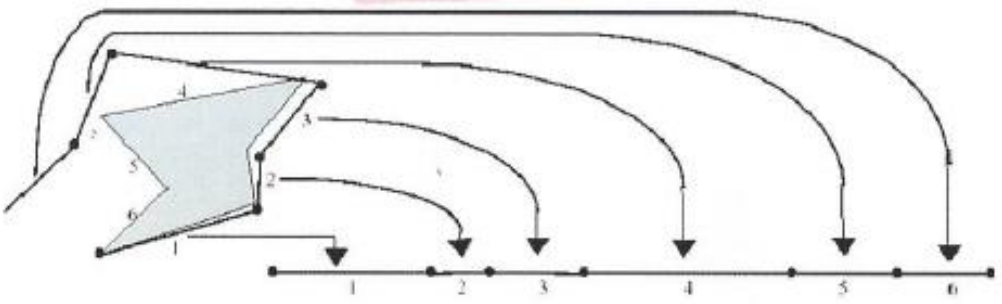
Porte-vues

Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures / GM3**

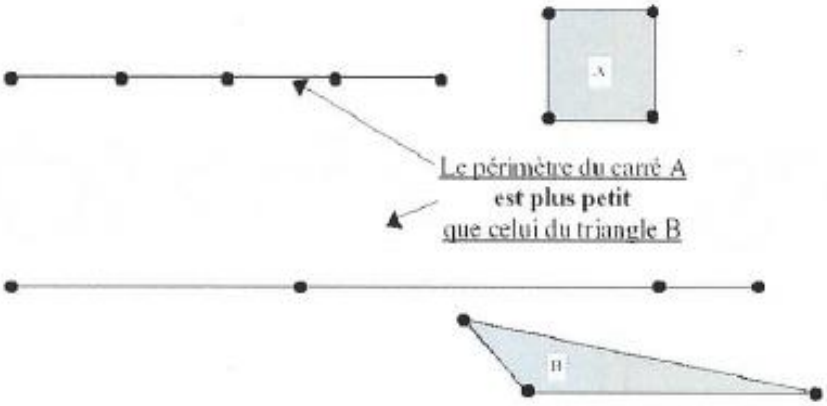
Comparer des périmètres, Comparer des aires / La notion de Périmètre

Pour comparer deux périmètres, on peut utiliser le « principe du déroulement ».

Principe du déroulement



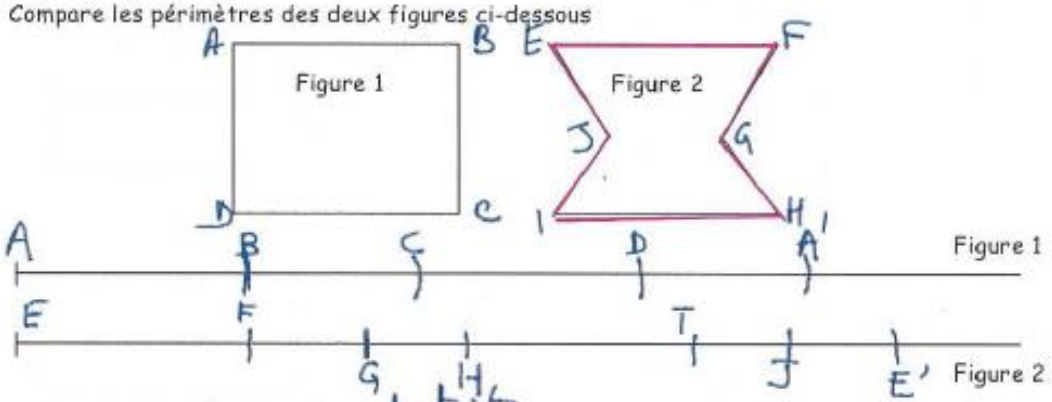
Exemples :



Le périmètre du carré A
est plus petit
que celui du triangle B

Mise en application :

Compare les périmètres des deux figures ci-dessous



La figure 1 a un périmètre plus ... petit ... que la figure 2.

Mesurer des périmètres, des aires, des volumes, ...

L'unité de mesure des longueurs est le **mètre (m)**.

Les 1ers multiples du mètre sont :

- Le décamètre (dam): 1dam = 10 m
- L'hectomètre (hm) : 1hm = 100 m
- Le kilomètre (km) : 1km = 1 000 m

Les 1ers sous-multiples du mètre sont :

- Le décimètre (dm) : 1dm = $\frac{1}{10}$ m = 0,1m
- Le centimètre (cm) : 1 cm = $\frac{1}{100}$ m = 0,01m
- Le millimètre (mm) : 1 mm = $\frac{1}{1\,000}$ m = 0,001m

Mise en application à la maison :

78dam = 780 m ; 540 m = 54 dam

547m = 54,7 dam ; 87hm = 8700 m

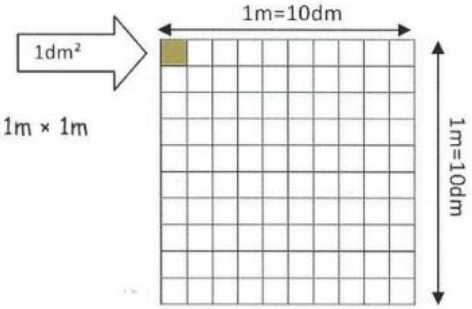
980m = 98 dam = 9,8 hm

541m = 54,1 dam = 5,41 hm

Ordre des préfixes des unités : ..... k / h / da / unité / d / c / m .....

L'unité de mesure des surfaces est le **mètre carré (m^2)**.

$1m^2$ est la mesure de l'aire d'un carré de côté 1m : $1m^2 = 1m \times 1m$



1m = 10dm donc $1m^2 = 10dm \times 10dm$

$1m^2 = 100dm^2$

De même $1dm^2 = 100cm^2$, $1cm^2 = 100mm^2$, ...

donc $1m^2 = 10\,000cm^2$ ...

Mise en application à la maison :

78dam² = 7800 m² ; 540m² = 5,4 dam²

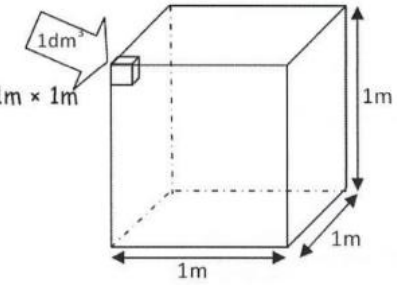
109 482 m² = 1094,82 dam²

= 10,9482 hm²

= 0,109482 km²

L'unité de mesure des volumes est le **mètre cube (m^3)**.

$1m^3$ est la mesure du volume d'un cube de côté 1m : $1m^3 = 1m \times 1m \times 1m$



1m = 10dm donc $1m^3 = 10dm \times 10dm \times 10dm$

$1m^3 = 1\,000dm^3$

Mise en application à la maison :

78dam³ = 78 000 m³ ; 540m³ = 0,54 dam³

109 482 dm³ = 109,482 m³

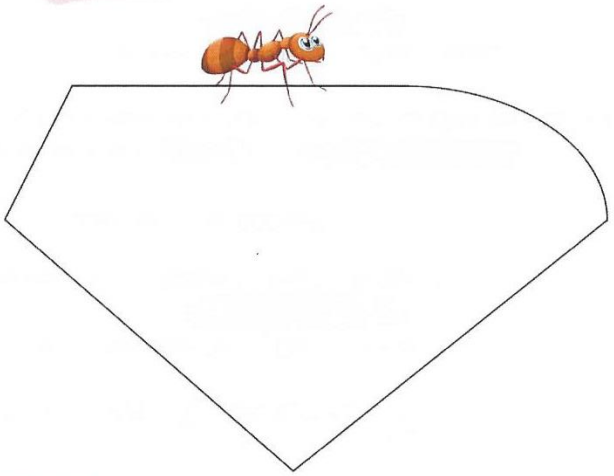
= 0,109482 dam³

Pour mesurer les volumes, on peut aussi utiliser le litre et ses multiples et sous-multiples :

$1L = 1dm^3$.

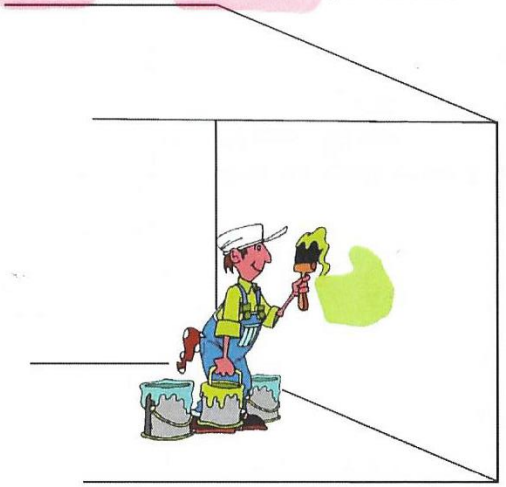
Chacun son outil pour apprendre

Le périmètre mesure la distance que parcourt la fourmi.



Le périmètre se mesure en m.

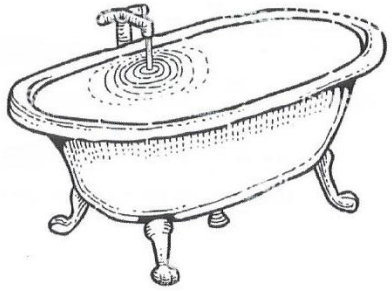
L'aire mesure la surface que recouvre l'artisan.



L'aire se mesure en m^2.

On met 2 chiffres par colonne.

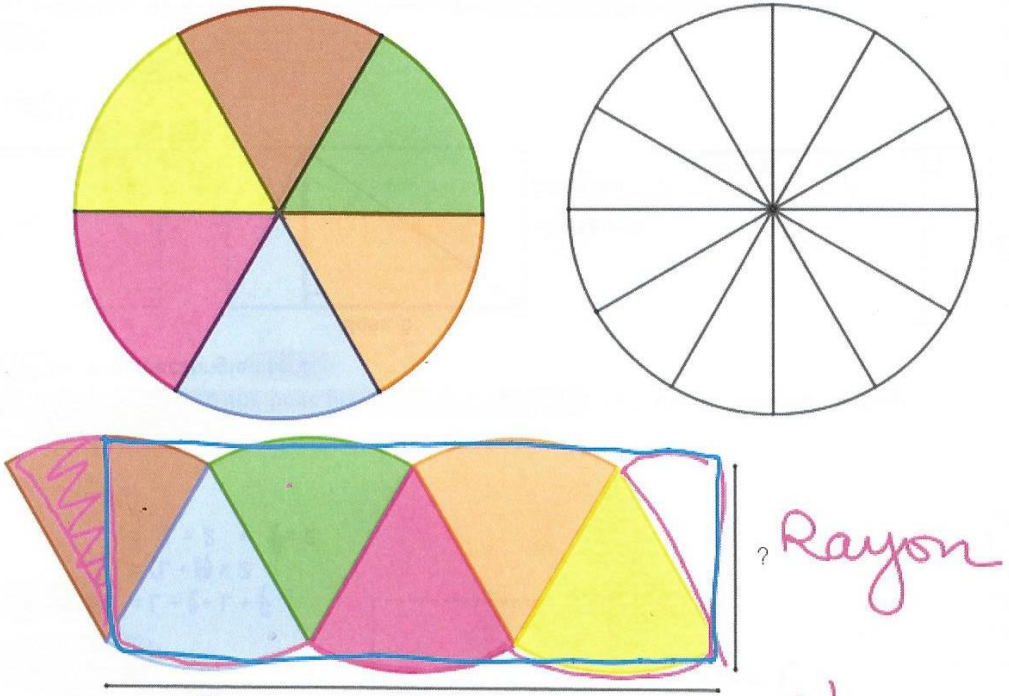
Le volume mesure la capacité de la baignoire.



Le volume se mesure en litres ou m^3

On met 3 chiffres par colonne.

Aire du disque



aire d'un disque
= rayon x rayon x π.

Cours — Cycle 3 / Grandeurs et mesures / 6M 4

Porte-vues

Calculer des périmètres et des aires

Polygones ·

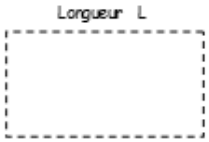
Pour calculer le périmètre d'un polygone, on effectue la somme des longueurs de ses côtés.

Rectangles ·

Pour calculer l'aire d'un rectangle,

on multiplie sa longueur par sa largeur.

Aire = L × l



Remarque: Périmètre = L + l + L + l

= (L + l) × 2

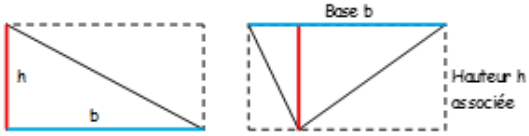
= L × 2 + l × 2

Triangles ·

Pour calculer l'aire d'un triangle,

on multiplie la longueur d'une base par la hauteur associée : cela donne l'aire du rectangle

on divise l'aire du rectangle par 2



Mise en application à la maison

Calculer le périmètre d'un pentagone de 6cm de côté :

.....

Calculer le périmètre et l'aire d'un rectangle de longueur 10dm et de largeur 3dm :

.....

.....

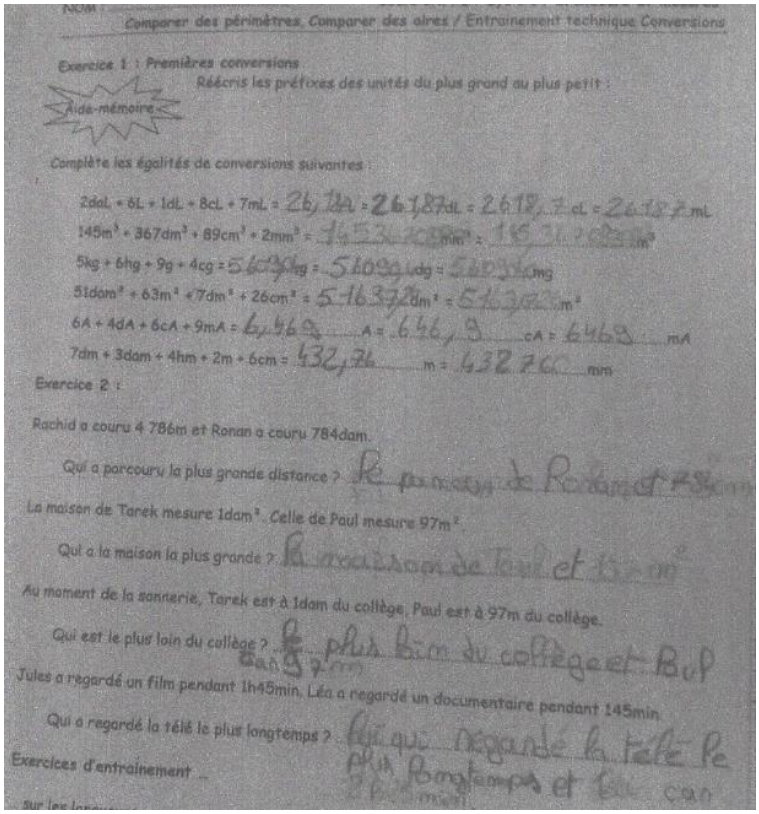
Calculer le périmètre et l'aire d'un triangle rectangle d'hypoténuse 5cm et de cathètes 3cm et 4cm :

.....

.....



10.19.2 Cahier d'exercices



Comparer des périmètres, Comparer des aires / Entraînement technique Conversions

Exercice 1 : Premières conversions

Réécris les préfixes des unités du plus grand au plus petit :

Aide-mémoire

Complète les égalités de conversions suivantes :

2daL + 6L + 1dL + 8cL + 7mL = 26,78 = 2618,7 cL = 261787 mL

145m² + 367dm² + 89cm² + 2mm² = 145,3689 = 14537689 mm²

5kg + 6hg + 9g + 4cg = 5609,4 g = 56094 dg = 560940 mg

51dam² + 63m² + 7dm² + 26cm² = 5163726 dm² = 516372,6 m²

6A + 4dA + 6cA + 9mA = 646,9 A = 6469 cA = 6469 mA

7dm + 3dam + 4hm + 2m + 6cm = 432,76 m = 43276 mm

Exercice 2 :

Rachid a couru 4 786m et Ronan a couru 784dam.

Qui a parcouru la plus grande distance ? Ronan a parcouru 7840m

La maison de Tarek mesure 1dam². Celle de Paul mesure 97m².

Qui a la maison la plus grande ? La maison de Paul est de 97m²

Au moment de la sonnerie, Tarek est à 1dam du collège, Paul est à 97m du collège.

Qui est le plus loin du collège ? Paul est plus loin du collège que Tarek

Jules a regardé un film pendant 1h45min. Léa a regardé un documentaire pendant 145min.

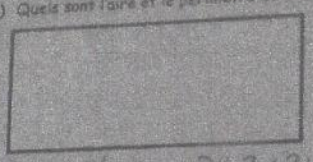
Qui a regardé la télé le plus longtemps ? Léa qui regarde la télé le plus longtemps et Jules non

Exercices d'entraînement

Comparer des périmètres

Exercice 1

a) Quels sont l'aire et le périmètre du rectangle et du triangle ci-dessous ?





Aire = 3 x 2 = 6 Périmètre = 3+2+3+7 = 20 Aire = Périmètre =

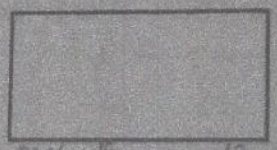
b) Tracer un triangle rectangle qui a pour côtés 3cm, 4cm, 5cm.
Calculer son aire et son périmètre :

A = 3 x 4 : 2 = 6 P = 3 + 4 + 5 = 12



Exercice 2

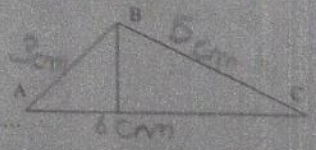
a) Quels sont l'aire et le périmètre du rectangle et du triangle ci-dessous ?





Aire = 3 x 6 = 18 Périmètre = 18 Aire = 3 x 6 : 2 = 9 Périmètre = 15

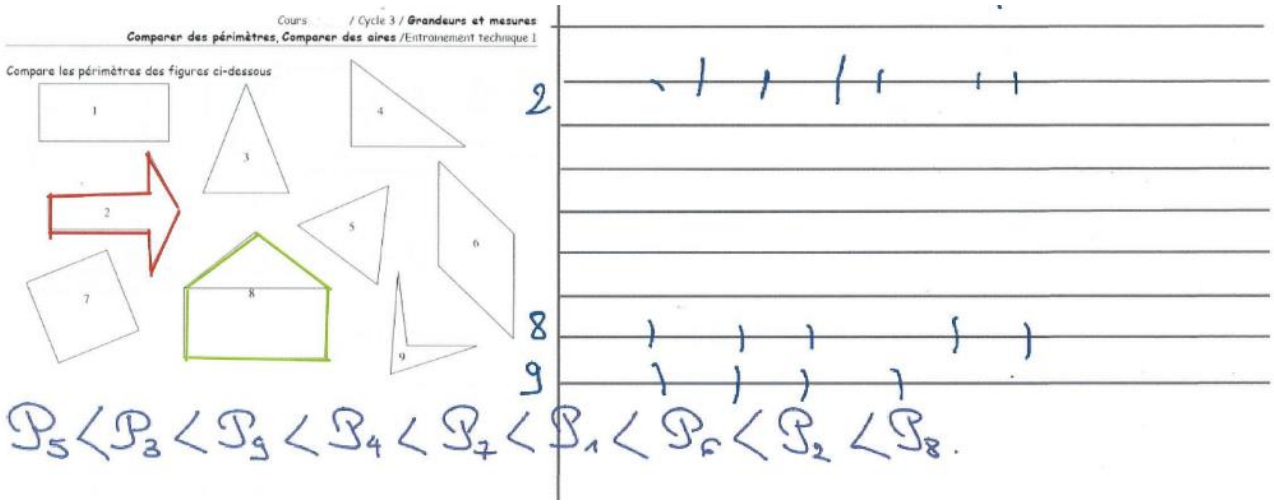
b) Mesurer les dimensions du triangle ABC ci-contre,
puis calculer son aire et son périmètre :



A = 2 x 6 : 2 = 6 P = 3 + 5 + 6 = 14

Exercice 3 :
Paul et Jules mesurent leur chambre.
La chambre de Jules a une longueur de 5m et une largeur de 3m.
Celle de Paul a une longueur de 4m et une largeur de 3,8m.
Qui a la plus grande chambre ?

Jules a la plus grande chambre

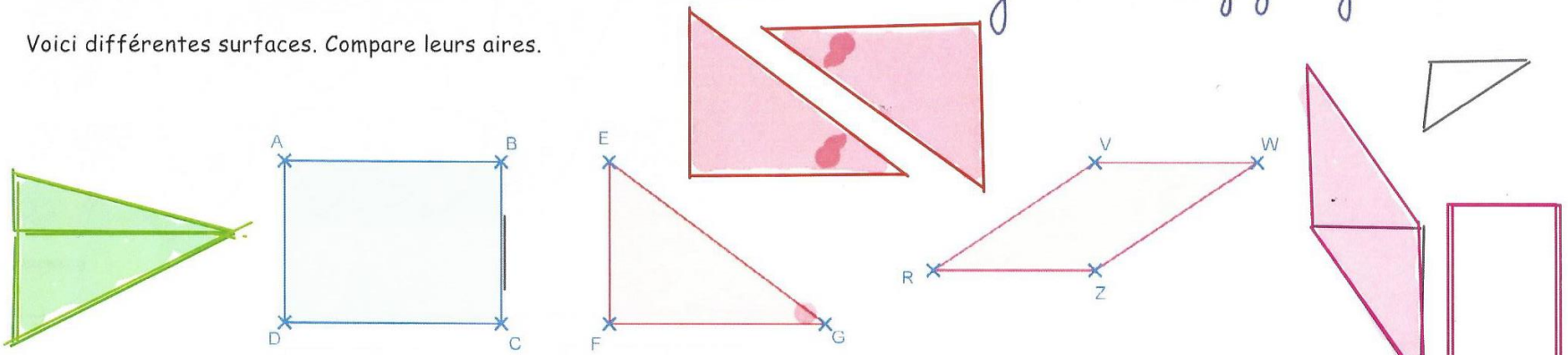


On a trouvé que la superficie de la Terre est égale à 510 067 420 km². Qu'est ce que cela signifie ?

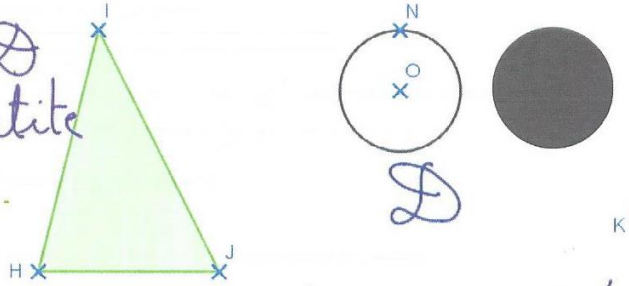
Cela signifie que l'aire de la Terre est égale à 510 067 420 aires de carrés de côté 1 km.

Qu'est-ce que l'aire d'une figure fermée ? C'est la mesure de la surface de la figure fermée.

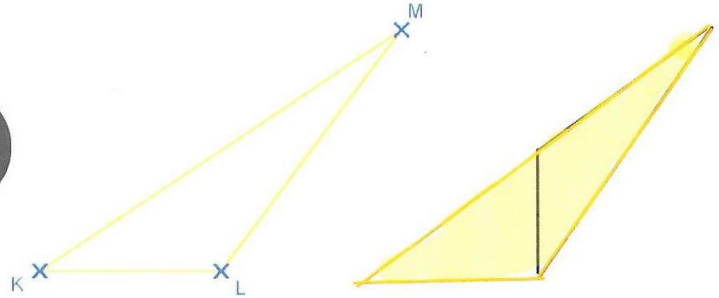
Voici différentes surfaces. Compare leurs aires.



Le disque D a la plus petite aire.



D

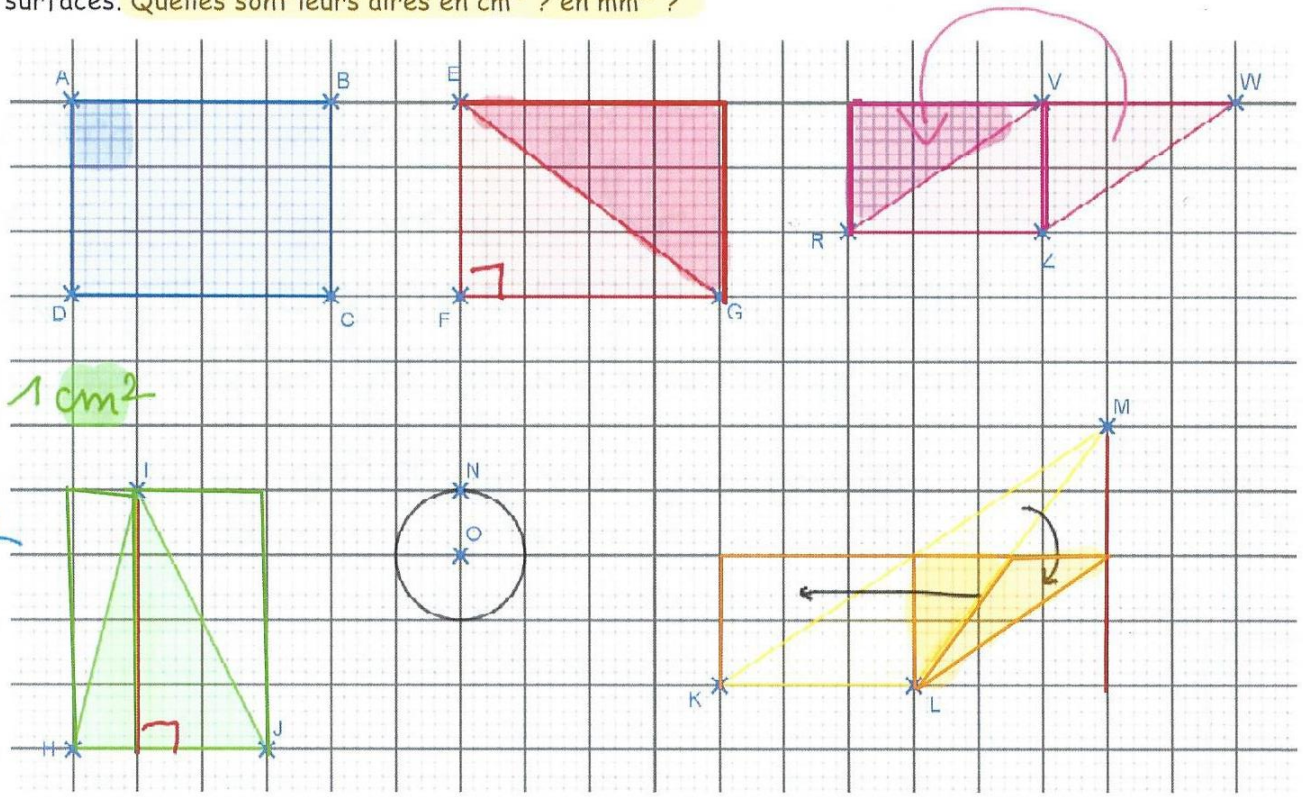


$\mathcal{A}(ABCD) = 2 \times \mathcal{A}(EFG) = 2 \times \mathcal{A}(RVWZ) = 2 \times \mathcal{A}(IJH) = 2 \times \mathcal{A}(MKL)$.

On a trouvé que la superficie de la Terre est égale à 510 067 420 km². Nous allons comparer cette aire à celles des surfaces ci-dessous.

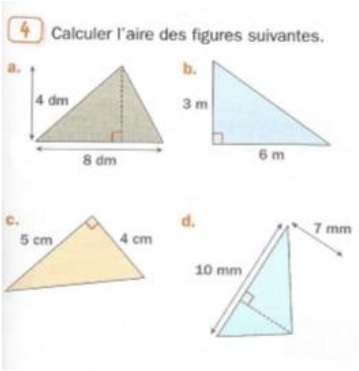
Voici différentes surfaces. Quelles sont leurs aires en cm² ? en mm² ?

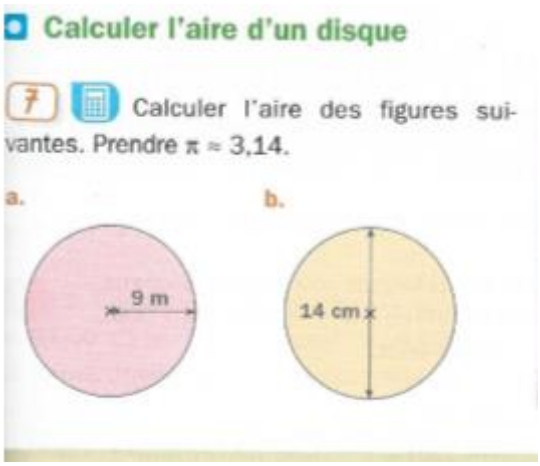
1 cm²
=
100 mm²



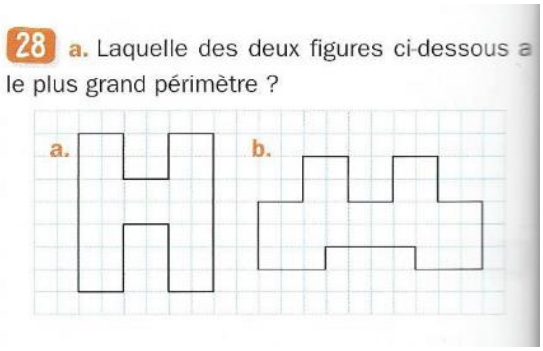
Aire	Rectangle ABCD	Triangle rectangle EFG	Parallélogramme RVWZ	Triangle IHJ	Triangle KLM	Disque de centre O
en cm²	12 cm²	6cm²	6cm²	6 cm²	6 cm²	
en mm²	1200 mm²	600 mm²	600 mm²	600mm²	600 mm²	

N°4 et 7 page 163

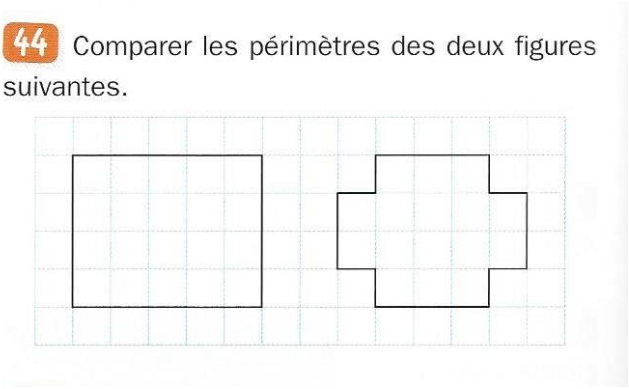




N°28 page 130



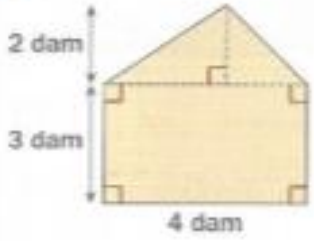
N°44 page 132



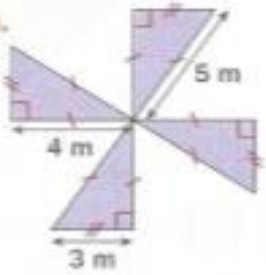
N°25 page 167

25 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.

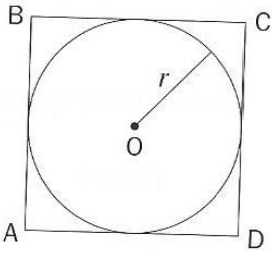


b.

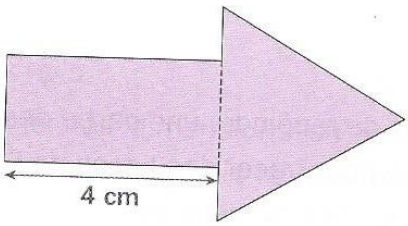


N°51 et 52 page 133

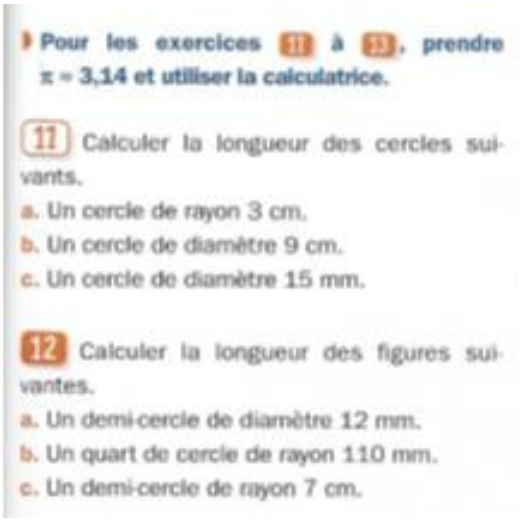
51 Le carré ABCD et le cercle de centre O et de rayon r ont-ils le même périmètre ? Justifier votre réponse.



52 Le rectangle et le triangle équilatéral qui composent la figure suivante ont tous les deux 12 cm pour périmètre.



N°11 et 12 page 129



Pour les exercices 11 à 13, prendre $\pi = 3{,}14$ et utiliser la calculatrice.

11 Calculer la longueur des cercles suivants.

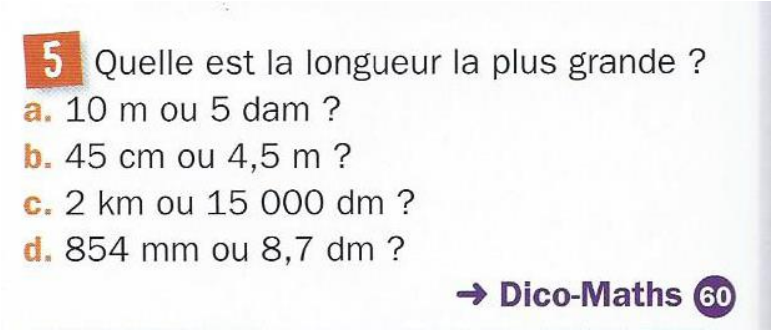
a. Un cercle de rayon 3 cm.
b. Un cercle de diamètre 9 cm.
c. Un cercle de diamètre 15 mm.

12 Calculer la longueur des figures suivantes.

a. Un demi-cercle de diamètre 12 mm.
b. Un quart de cercle de rayon 110 mm.
c. Un demi-cercle de rayon 7 cm.

Convertir des unités

N°5 page 118



5 Quelle est la longueur la plus grande ?

a. 10 m ou 5 dam ?
b. 45 cm ou 4,5 m ?
c. 2 km ou 15 000 dm ?
d. 854 mm ou 8,7 dm ?

→ Dico-Maths 60

N°7 page 119



Utiliser les unités de longueurs

7 Effectuer les conversions suivantes.

a. 10 m = … dm
b. 650 cm = … dm
c. 4,7 km = … dam
d. 62,7 dam = … hm
e. 0,12 cm = … mm
f. 1 500 m = … dam

N°2 et 4 page 127

1 **1.** Convertir chaque masse en grammes.

a. 75 kg **b.** 250 mg **c.** 1 350 cg

2. Convertir chaque masse en kilogrammes.

a. 6 450 g **b.** 35 000 000 mg

c. 15 t **d.** 0,25 q

2 Recopier et compléter avec l'unité de longueur qui convient.

a. 3,5 km = 3 500 …

b. 864 m = 0,864 …

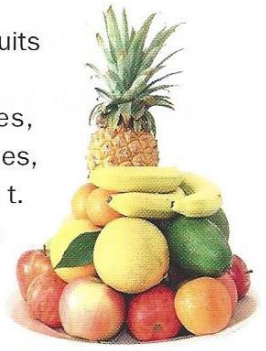
c. 1 685 mm = 1,685 …

d. 8 355 cm = 83,55 …

e. 0,075 m = 75 …

3 Un plateau de fruits est composé de 2,5 kg de bananes, 1 800 g de clémentines, un ananas de 0,001 5 t.

● Ranger ces fruits dans l'ordre croissant de leur masse.



4 Convertir chaque longueur en mètres.

a. 4 km **b.** 7,5 km **c.** 0,25 km

d. 73,5 km **e.** 135 km **f.** 150 cm

g. 2 500 mm **h.** 455 cm **i.** 32 cm

N°22 page 130

22 Convertir en km les longueurs suivantes.

a. 3 000 m **b.** 4 500 m **c.** 16 250 m **d.** 750 m

e. 250 m **f.** 10 000 m **g.** 8 075 m **h.** 25 m

N°31 – 32 page 121

Utiliser les unités d'aire

31 Effectuer les conversions suivantes.

a. 5,46 m^2 = … dm^2 **b.** 948 cm^2 = … dm^2

c. 97 km^2 = … hm^2 **d.** 400 dam^2 = … hm^2

e. 0,33 cm^2 = … mm^2 **f.** 15 000 m^2 = … km^2

32 Deux chefs pingouins discutent sur la banquise.



Le premier dit : « Mon peuple possède 18 km^2 de glace ici, et deux icebergs de 25 000 dam^2 et 1 400 dam^2 dans l'océan Antarctique.»

Le deuxième répond : « Nous n'avons pas d'iceberg, mais notre territoire mesure 21 km^2. »

● Lequel de ces deux pingouins a le plus grand territoire ?

→ Dico-Maths 68

10.20 Annexe 20 Copies des élèves interrogés, première année, milieu REP

NOM : Willame

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

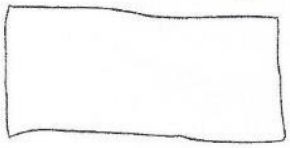
15 + 8 + 1,5 + 20 + 12 = 56,5

L'appartement de Leila fait 56,5 m². 3

Exercice 2 :

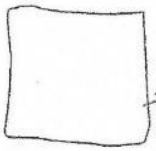
Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :



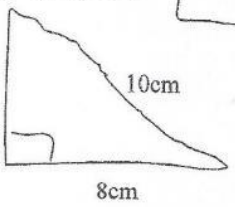
- Son périmètre est : (5 cm x 2) + (3 cm x 2) = 16 cm
- Son aire est : 5 cm x 3 cm = 15 cm² 4

Un **carré** de 6cm de côté :



- Son périmètre est : 6 cm x 4 = 24 cm
- Son aire est : 6 cm x 6 cm = 36 cm² (-2) Quelle est l'unité d'aire ? 3

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : 6 cm + 8 cm + 10 cm = 24 cm
- Son aire est : ~~5~~ x (8 cm x 6 cm) : 2 = 24 cm² 4

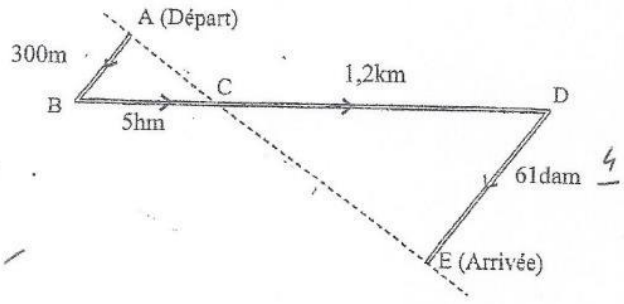
Un **disque** de rayon 4cm :

- Son périmètre est : ~~D~~ 8 x 3,1 = 24,8 cm
- Son aire est : ~~5~~ 3,1 x 16 = 49,6 cm² 4

Rappel : $\pi \approx 3,1$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?



300 m + 500 m + 1200 m + 610 m = 2 3/6 10 m

La longueur du cross est de 2 3/6 10 m 4

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

11/23

NOM : Sarah

Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

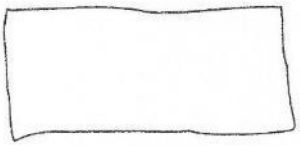
La superficie de l'appartement de Leila est de 56,5 m^2. (15 m^2 + 8 m^2 + 1,50 m^2 + 20 m^2 + 12 m^2) 3

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

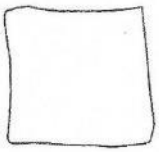
Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

- Son périmètre est : (5cm + 3cm) x 2 = 16cm
- Son aire est : 5 x 3cm = 15 cm^2

 4

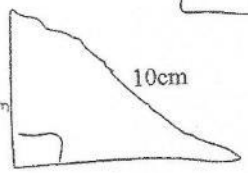
Un **carré** de 6cm de côté :

- Son périmètre est : 6 x 4 = 24 cm
- Son aire est : 6 cm x 6 cm = 36 cm^2

 4

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

- Son périmètre est : 6 cm + 8 cm + 10 cm = 24 cm
- Son aire est : 6 cm x 8 cm : 2 = 24 cm^2


 4

Un **disque** de rayon 4cm :

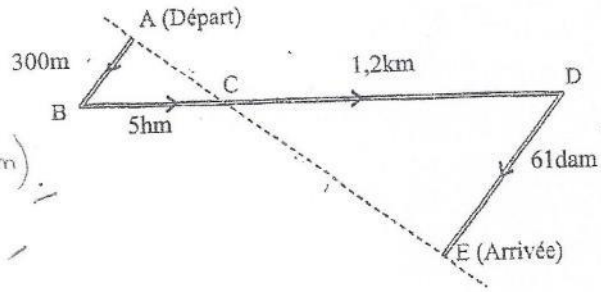
- Son périmètre est : 2 x π x 4 = 24,8 cm
- Son aire est : π x r x r = 24,8 cm^2 / π x d = 24,8 cm^2 erreur de calcul

Rappel : $\pi \approx 3,1$

 3

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?


 4

300 m + 500 m + 1200 m = 2010 m (2,610 hm)

La longueur du cross est de 2,610 hm.

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
	I	F	S	TBM

14/20/23

NOM : Mansaya

Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

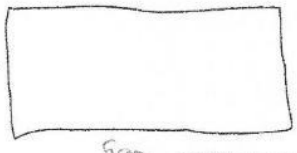
La superficie de l'appartement de Leila est de 50,20 m²

15+15 = 30+8 = 38+12 m = 50 m2 (inégalité incomplète)

Exercice 2 : Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

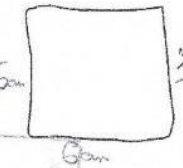
- Son périmètre est : (5cm + 3cm) x 2 = 16 cm
- Son aire est : (5 x 3) cm² = 15 cm²



4

Un **carré** de 6cm de côté :

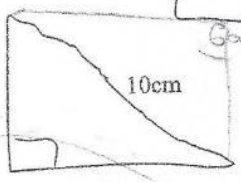
- Son périmètre est : P = L + l + L + l = 24 cm (unité de longueur ?)
- Son aire est : A = L x l = 36 cm²



3,1

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm (Qu'est ce que le périmètre ?)

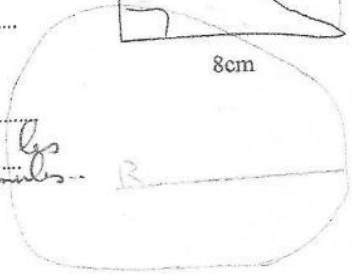
- Son périmètre est : (8 cm + 6 cm) x 2 = 28 cm
- Son aire est : (8 x 6) ÷ 2 = 24 cm²



2

Un **disque** de rayon 4cm :

- Son périmètre est : π x 4 x 2 (r = ? Tu confonds les deux formules...)
- Son aire est : π x 4 x 4



0

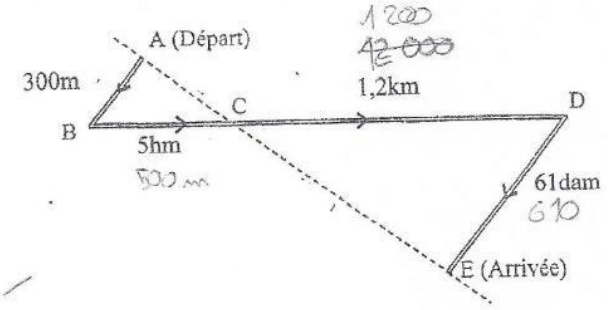
Rappel : π ≈ 3,1

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

La longueur du cross est de 2610 m

1200 + 300 + 500 + 610 = 2610



4

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

NOM : Amine 6e1 — 16,5/23

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

15m² + 8m² + 1500m² + 0,00m² + 12m² = 1735m² — Deux erreurs de conversion. — 1

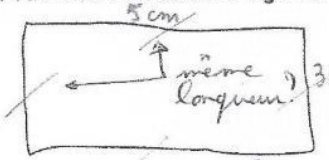
La superficie de l'appartement de Leila est 1735 m².

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm : — Ecris les unités dans l'opération.

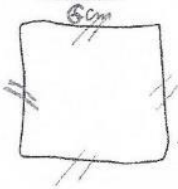
- Son périmètre est : 5+5+3+3 = 16cm
- Son aire est : 5x3 = 15 cm²



4

Un **carré** de 6cm de côté :

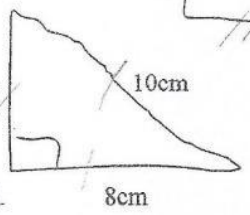
- Son périmètre est : 6+6+6+6 = 24cm
- Son aire est : 6x6 = 36 cm² — erreur de calcul.



3

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

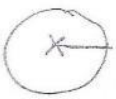
- Son périmètre est : 10cm + 8 + 6 = 24cm (2) — confusion d'unités
- Son aire est : (8x6)÷2 = 24 cm² (2)



3,5

Un **disque** de rayon 4cm :

- Son périmètre est : 2x3,1x4 = 12 m — 2 erreurs de formule
- Son aire est : π x 4 x 4 = 8 cm² — erreur de calcul.



2

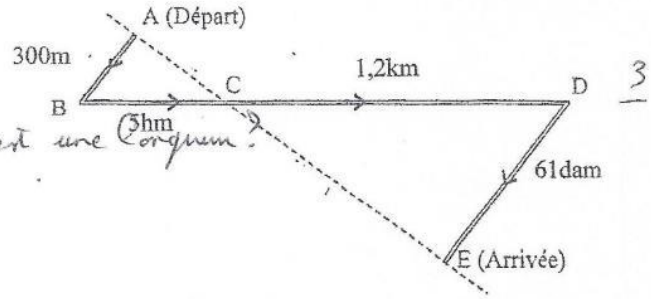
Rappel : π ≈ 3,1

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

300+1500+1200+610 = 2610 m. — En quelle unité est cette longueur ?

La longueur du cross est de 2610 m.



3

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

NOM : Sada 6°1 — 10/23

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

La superficie de l'appartement est de 150,2 m²

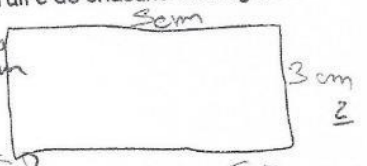
D'où vient ce nombre ?

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

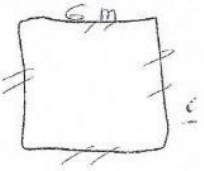
Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

- Son périmètre est : (5cm + 3cm) x 2 = 16 cm — On commence par l'addition
- Son aire est : 5cm x 3cm = 15 cm² — Quelle unité ?



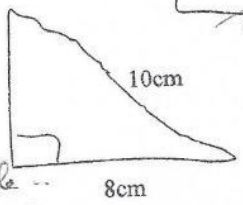
Un **carré** de 6cm de côté :

- Son périmètre est : 6cm x 2 = 12cm — D'où vient ce nombre ?
- Son aire est : 6cm x 6 = 36 cm — Quelle unité ?



Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

- Son périmètre est : 6cm + 10cm + 8cm = 24 cm
- Son aire est : (6cm x 10cm) : 2 = 30 cm² — Retrace le grand rectangle...



Un **disque** de rayon 4cm :

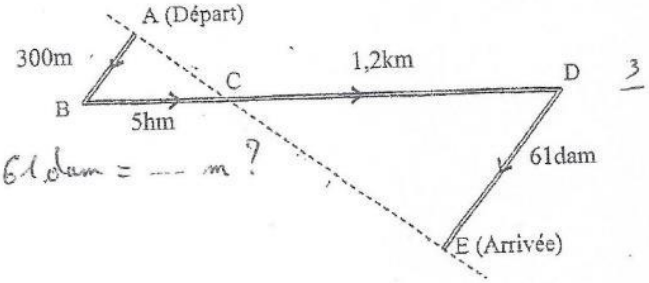
- Son périmètre est : 2 x π x r = 10,1 cm — Qui est r ? Ce n'est pas la bonne formule...
- Son aire est : 2 x π x r = 21,1 cm

Rappel : $\pi \approx 3,1$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

La longueur du cross est de 2006 m



61 dam = ... m ?

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	(F)	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	(F)	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	(I)	F	S	TBM

06/20

NOM : Déborah

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

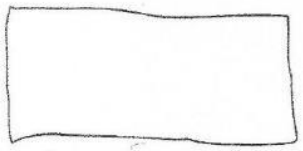
Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

Pense à tout écrire dans la même unité, pour commencer. 0

Exercice 2 :

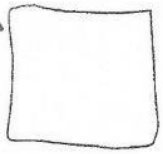
Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :



- Son périmètre est : Ø
- Son aire est : 5cm+5cm+3cm+3cm=16cm² 2

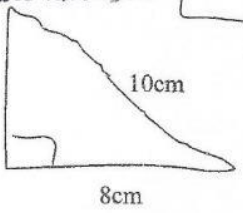
Un **carré** de 6cm de côté :



- Son périmètre est : Ø
- Son aire est : 6cm+6cm+6cm+6cm=24cm² 2

Tu confonds les noms aire et périmètre et leurs unités...

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : Ø
- Son aire est : 10cm+8cm+6cm=24cm² 2

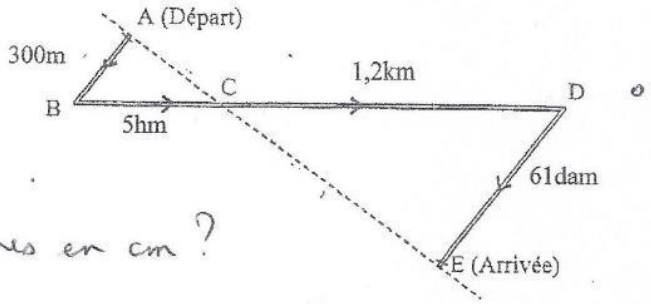
Un **disque** de rayon 4cm :

- Son périmètre est : Ø
- Son aire est : 3,14×4×4 0

Rappel : $\pi \approx 3,14$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?



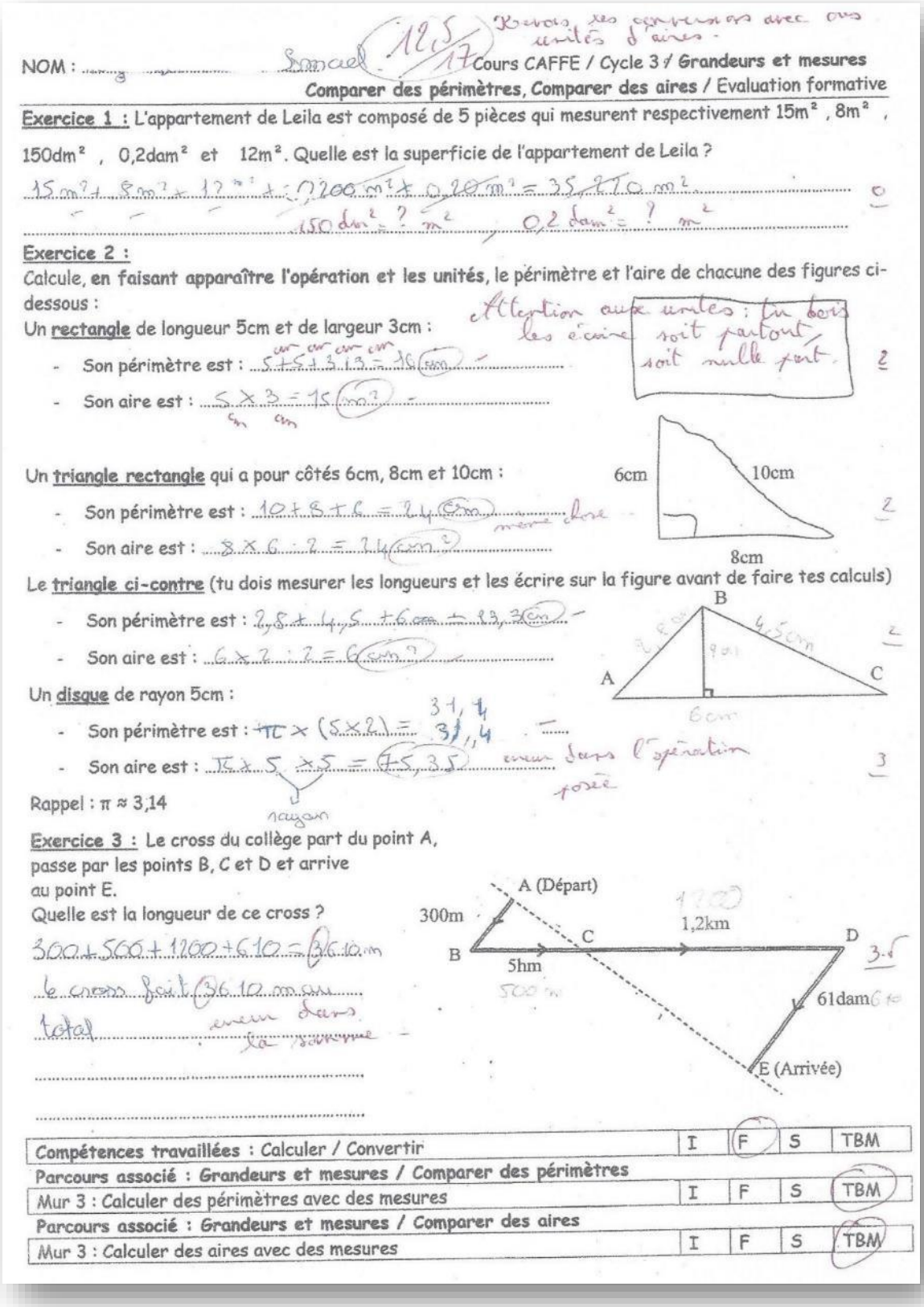
la longueur du cross est de 13,46 cm.

Quelle est l'opération ?

As-tu écrit tous les nombres en cm ?

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer avec des formules	I	F	S	TBM

10.21 Annexe 21 Copies des élèves interrogés, deuxième année, en milieu REP



NOM : Ismael 12,5/17 Revois les conversions avec ces unités d'aires.

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

15m² + 8m² + 12m² + 150dm² = 0,150m² + 0,20m² = 35,170 m² 0

150 dm² = ? m² ; 0,2 dam² = ? m²

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

- Son périmètre est : 5cm + 5cm + 3cm + 3cm = 16cm
- Son aire est : 5 × 3 = 15 cm²

Attention aux unités : tu dois les écrire soit partout, soit nulle part. 2

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

- Son périmètre est : 10 + 8 + 6 = 24 cm même chose
- Son aire est : 8 × 6 : 2 = 24 cm²

2

Le **triangle ci-contre** (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)

- Son périmètre est : 2,5 + 4,5 + 6 cm = 13,3 cm
- Son aire est : 6 × 2 : 2 = 6 cm²

2

Un **disque** de rayon 5cm :

- Son périmètre est : πc × (5 × 2) = 31,4
- Son aire est : π × 5 × 5 = 75,35 erreur dans l'opération posée

3

Rappel : π ≈ 3,14 rayon

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

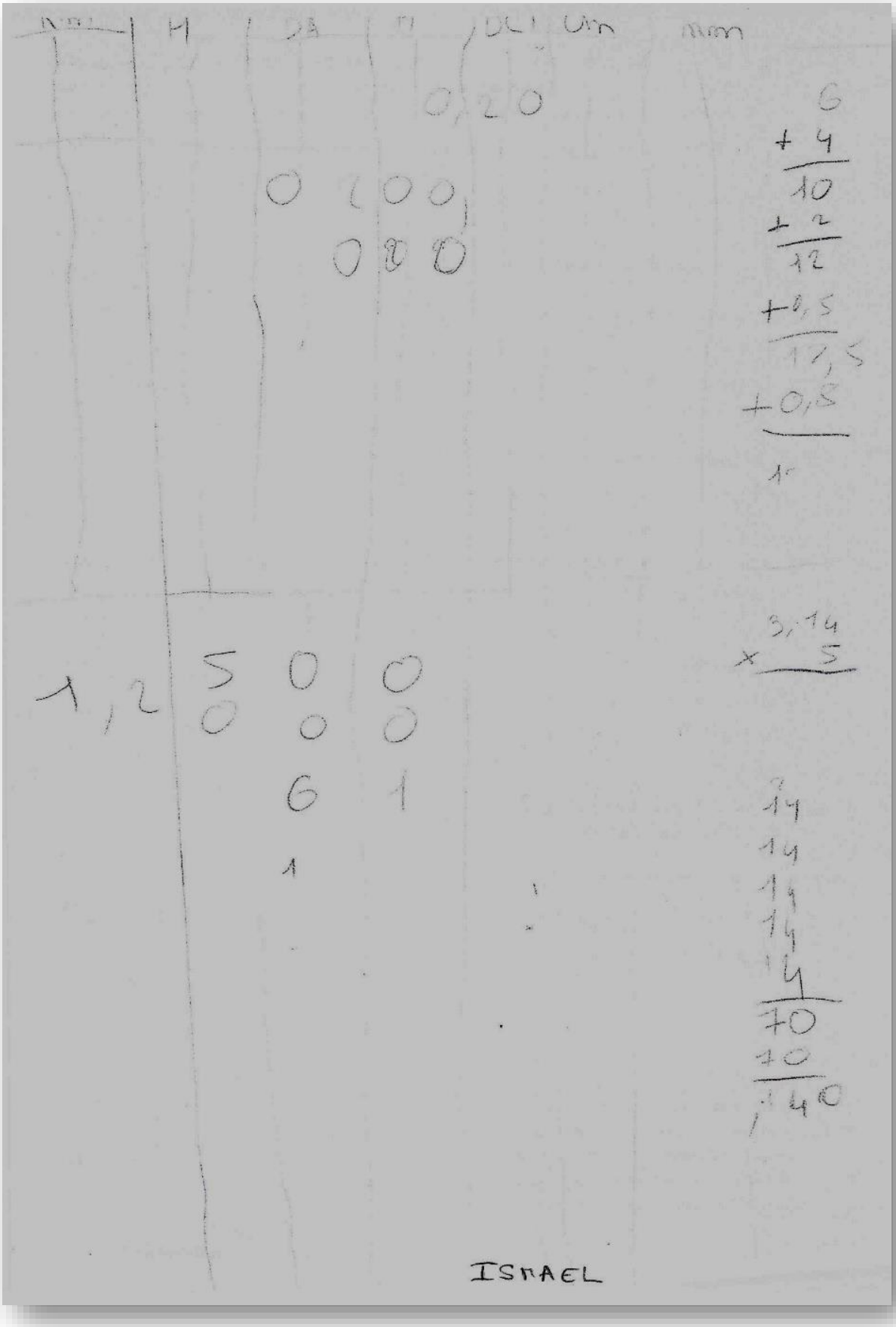
Quelle est la longueur de ce cross ?

300 + 500 + 1200 + 610 = 3610 m

Le cross fait 3610 m au total erreur dans la soustraction

3,5

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM


0,20
6
+ 4
10
+ 2
12
+0,5
12,5
+0,5
13
3,14
x 5
1,2
5 0 0
0 0 0
6 1
1
14
14
14
14
14
70
10
140
ISRAEL

NOM : Emma (12,5/17 Unités & aires)

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

Son appartement fait 52 m^2.

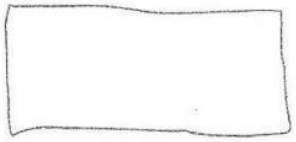
15 + 12 + 2 + 8 + 15 = 52. 0,2 dam² = ? m² ; 150 dm² = ? m²

0

Exercice 2 :

Calcule, en faisant apparaître l'opération et les unités, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

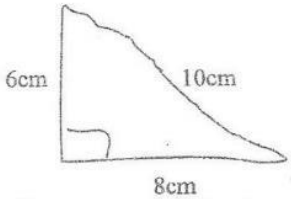
Un rectangle de longueur 5cm et de largeur 3cm :



- Son périmètre est : 5 + 3 + 5 + 3 = 16
- Son aire est : 5 × 3 = 15

2

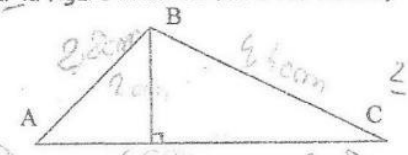
Un triangle rectangle qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : 6 + 8 + 10 = 24
- Son aire est : 8 × 6 : 2 = 24

2

Le triangle ci-contre (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)



- Son périmètre est : 2,8 + 4,4 + 6 = 13,2
- Son aire est : 6 × 2 : 2 = 6

2

Un disque de rayon 5cm :

- Son périmètre est : 5 × 2 = 10 10 × π = 31,40
- Son aire est : π × n × n = 78,50

Comment traces-tu ça ? Reprends ton opération au dos --

1.1 / 1.2



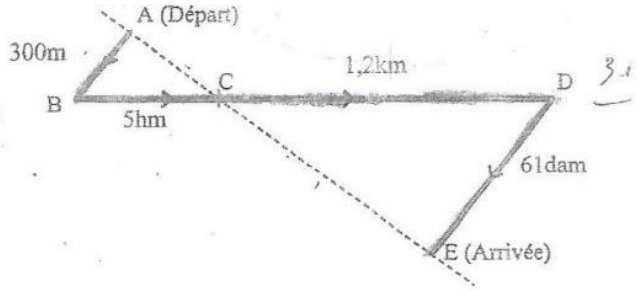
Rappel : $\pi \approx 3,14$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

La longueur du cross est 2670 (quelle unité ?)

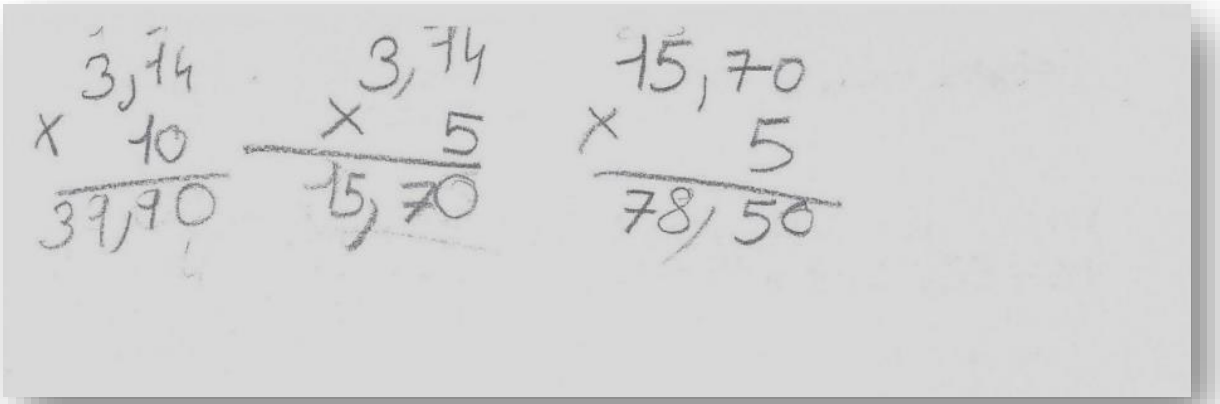
12a + 5a + 6 10 + 30a = 2670 ?



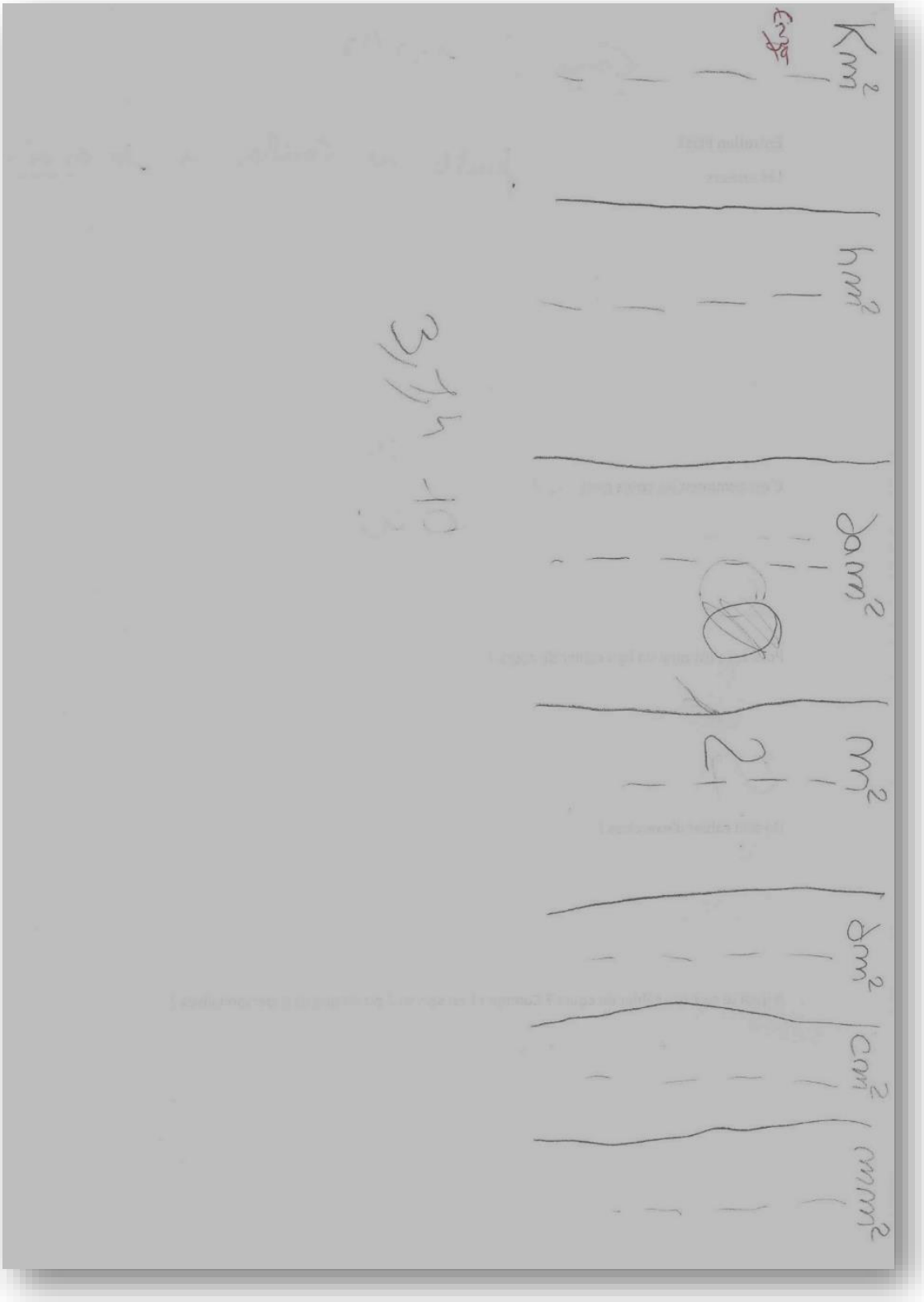
3.1

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM

Brouillon du contrôle



Brouillon lors de l'entretien post-contrôle



NOM : Amelie 11/20 10,5/17

Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$ (15 m²), $0,2dam^2$ (2 m²) et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

$15 + 2 + 12 + 15 + 8 = 52\ m^2$ $0,2\ dam^2 = ?\ m^2$ $150\ dm^2 = ?\ m^2$

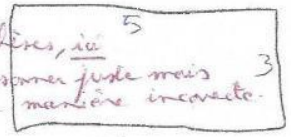
L'appartement est de $52\ m^2$.

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

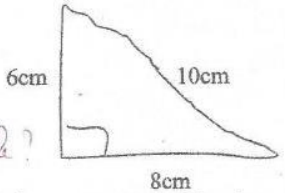
- Son périmètre est : $(5+3) \times 2 = 16$ $5+3\times2 = 5+6 = 11$ Il faut les parenthèses, ici ensemble raisonner juste mais tu l'écris de manière incorrecte.
- Son aire est : $5 \times 3 = 15$



1-5

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

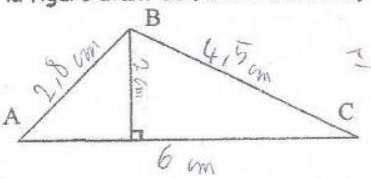
- Son périmètre est : $6 + 8 + 10 = 24$
- Son aire est : $6 \times 8 = 48$ Est-ce l'aire du triangle ?



1

Le **triangle ci-contre** (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)

- Son périmètre est : $2,8 + 4,5 + 6 = 13,3$
- Son aire est : $2 \times 6 = 12$ même chose...



1

Un **disque** de rayon 5cm :

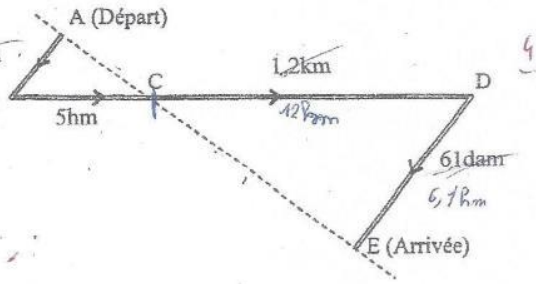
- Son périmètre est : $3,14 \times 10 = 31,4$
- Son aire est : $3,14 \times 5 \times 5 = 140$ erreur dans l'opération posée

3

Rappel : $\pi \approx 3,14$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?



4

$3\ hm + 12\ hm + 5\ hm + 6,1\ hm = 26,1\ hm$

Le Cross du collège a une longueur de 26,1 hm.

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM

NOM : Bahan

09/17

Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

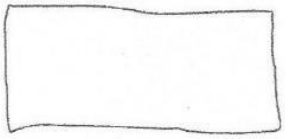
Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

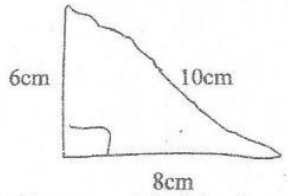
Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :

- Son périmètre est : 5+5+3+3 = 16 cm
- Son aire est : 5 x 3 = 15 cm²



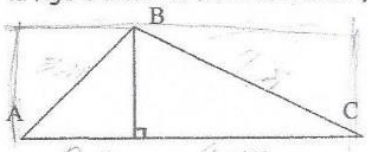
Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :

- Son périmètre est : 6+8+10 = 24 cm
- Son aire est : 6 x 8 : 2 = 24 cm²



Le **triangle ci-contre** (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)

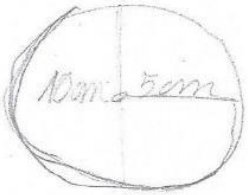
- Son périmètre est : 3+2+9+9,5 = 23,5 cm
- Son aire est : 2 x 6 : 2 = 6 cm²



Un **disque** de rayon 5cm :

- Son périmètre est : 3,14 x 10 = 13,14 cm
- Son aire est : 3,14 x 5 x 5 = ?

Rappel : π ≈ 3,14

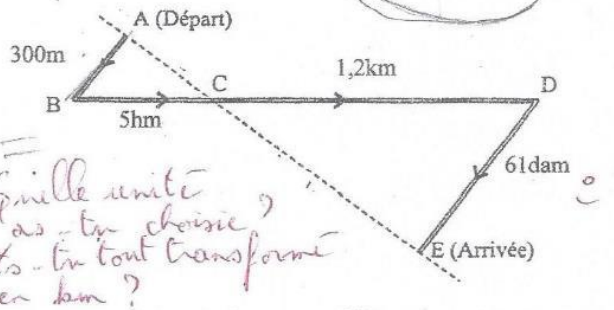


Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

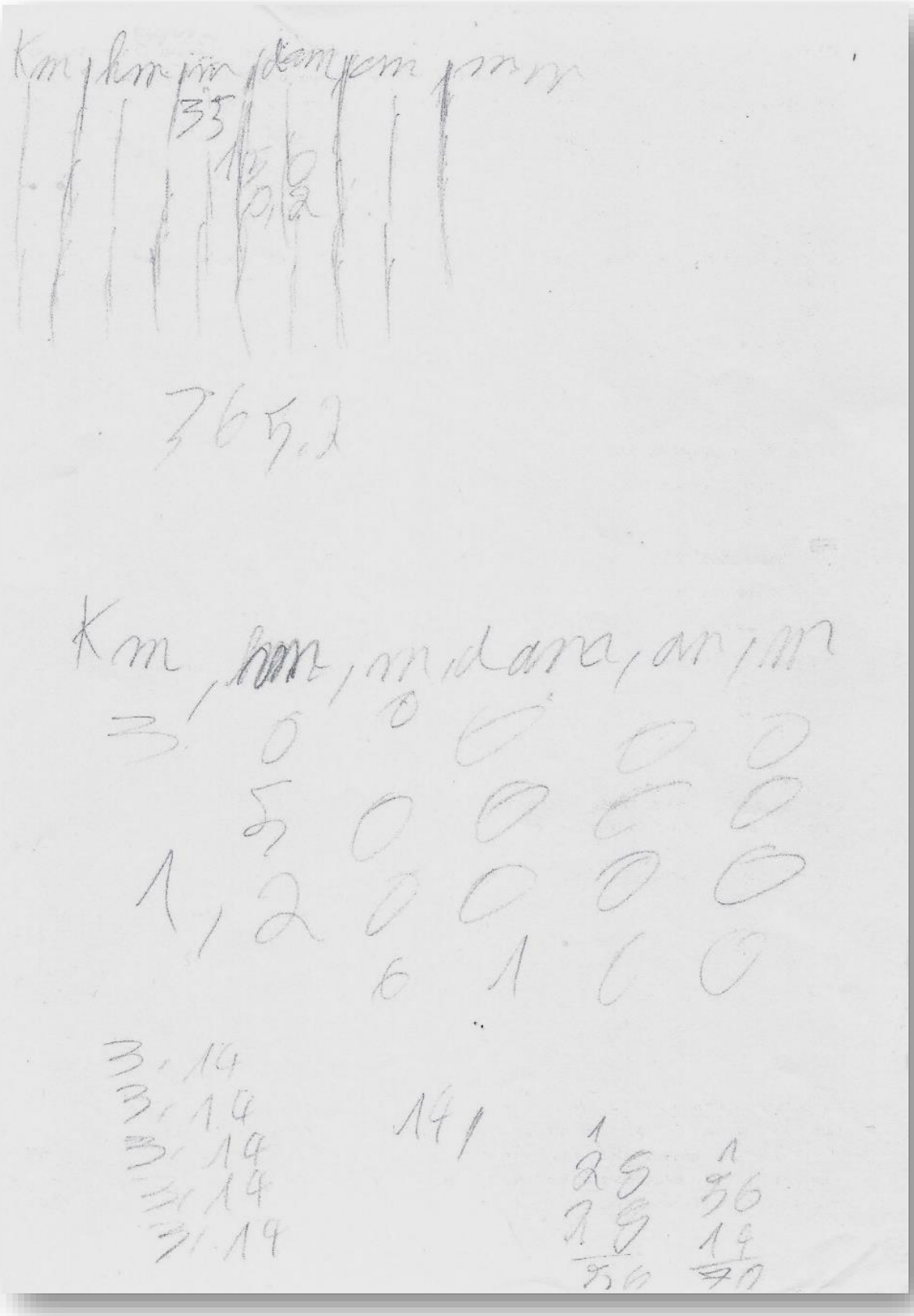
Quelle est la longueur de ce cross ?

300m + 5hm + 1,2km + 61dam = 4700 km

Quelle unité as-tu choisie ? Est-tu tout transformé en km ?



Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM



Revois les exercices de la séance 1 sur le périmètre : comment calculer l'aire d'un triangle ?

NOM : Coline 03/17

Cours CAFFE / Cycle 3 / Grandeurs et mesures

Comparer des périmètres, Comparer des aires / Evaluation formative

Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement $15m^2$, $8m^2$, $150dm^2$, $0,2dam^2$ et $12m^2$. Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

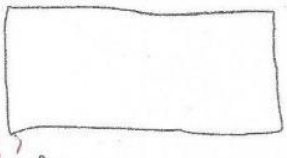
$15+8+150+0,2+12=187m^2$ $150\,dm^2 = ?\ m^2$ $0,2\,dam^2 = ?\ m^2$

Elle a un apartement de 187 m?

Exercice 2 :

Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

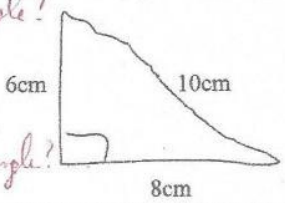
Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :



- Son périmètre est : $5+3+5+3=16$
- Son aire est : $5\times2\times2=15$

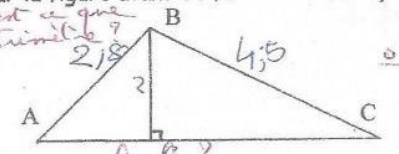
Comment calcules-tu l'aire d'un rectangle ? Ecris les dimensions sur la figure.

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : $6+8+10=24$
- Son aire est : $6\times8=24$ Est-ce l'aire du triangle ?

Le **triangle ci-contre** (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)



- Son périmètre est : $2,8+6+?+4,5=79$ Qu'est ce que le périmètre ?
- Son aire est : $2\times6=12$ Est-ce l'aire du triangle ?

Un **disque** de rayon 5cm :

- Son périmètre est : $5+5=10$ Que te donne ce calcul ?
- Son aire est : ~~$5\times5=25$~~ $5\times5\times\pi=3140$ ~~5040~~ Pi dans l'opération tapée

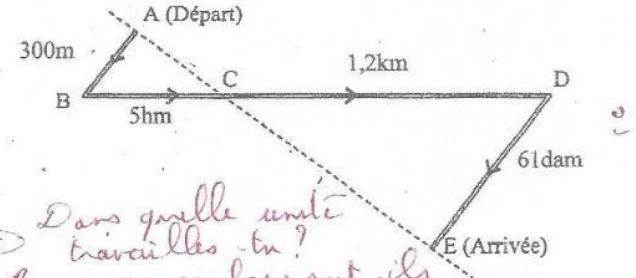
Rappel : $\pi \approx 3,14$

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

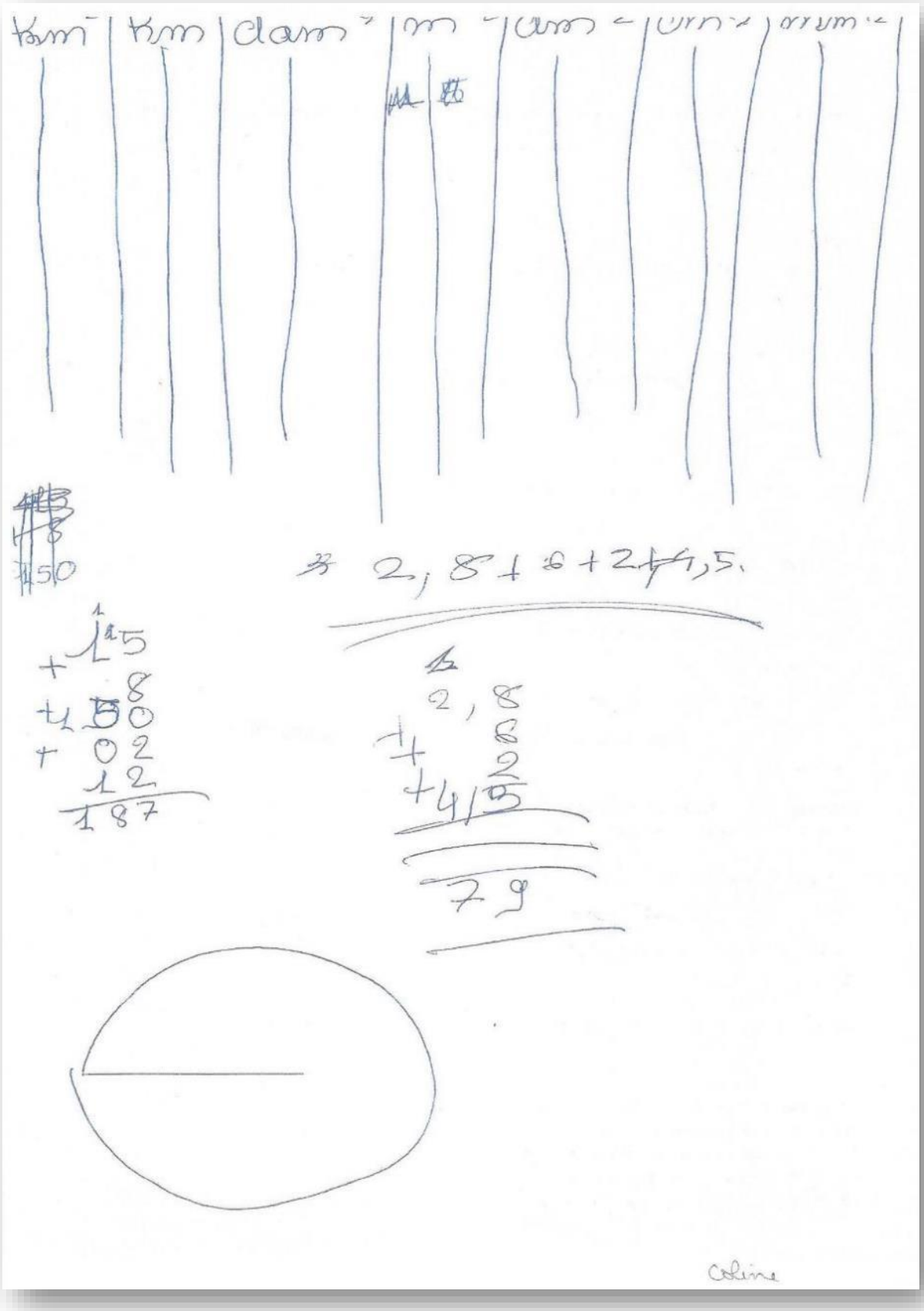
La longueur de ce cross sera de 378 hm.

$300+5+1,2+61=378$



Dans quelle unité travailles-tu ? Tous ces nombres sont-ils dans la même unité ?

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM


km | hm | dam | m | dm | cm | mm
2,8 + 2 + 4,5
15
8
150
02
12
187
2,8
8
2
415
79
Céline

(07,5/14) Bravo ! Tu as oublié de diviser par 2.

NOM : Coralie Cours CAFFE / Cycle 3 / **Grandeurs et mesures**

6e **Comparer des périmètres, Comparer des aires** / Evaluation formative

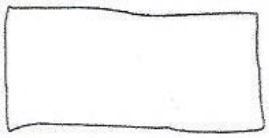
Exercice 1 : L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent respectivement 15m², 8m², 150dm², 0,2dam² et 12m². Quelle est la superficie de l'appartement de Leila ?

520 m² ? et la superficie de Leila ? Qu'en vient ce nombre ? Où est ton opération avec les conversions ! 0

Exercice 2 :

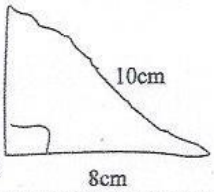
Calcule, **en faisant apparaître l'opération et les unités**, le périmètre et l'aire de chacune des figures ci-dessous :

Un **rectangle** de longueur 5cm et de largeur 3cm :



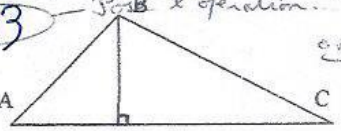
- Son périmètre est : 5+5+3+3=16
- Son aire est : 5x3=15 2

Un **triangle rectangle** qui a pour côtés 6cm, 8cm et 10cm :



- Son périmètre est : 10+8+6=24
- Son aire est : 6x8=48 Est-ce l'aire du triangle ? 1

Le **triangle ci-contre** (tu dois mesurer les longueurs et les écrire sur la figure avant de faire tes calculs)



Pour l'opération.

- Son périmètre est : 2,8+4,5+6=12,73
- Son aire est : 2,8x6=16,8 Pour le rectangle — 10

Un **disque** de rayon 5cm :

- Son périmètre est : 3,14x3 (décimètre) 0
- Son aire est : 3,14x5x5 (rayon) =78,50 3

Rappel : $\pi \approx 3{,}14$

x5 x10

Exercice 3 : Le cross du collège part du point A, passe par les points B, C et D et arrive au point E.

Quelle est la longueur de ce cross ?

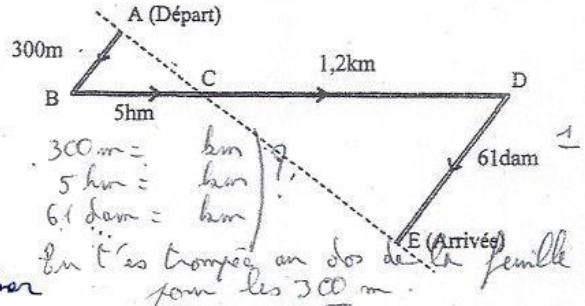
5,31 dam

300 m 5 hm

1,2 6 convertir

en dam

et j'ai tout additionner



300 m = hm
5 hm = hm
6,1 dam = hm ?

1

Tu t'es trompée au dos de la feuille pour les 300 m.

Compétences travaillées : Calculer / Convertir	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des périmètres				
Mur 3 : Calculer des périmètres avec des mesures	I	F	S	TBM
Parcours associé : Grandeurs et mesures / Comparer des aires				
Mur 3 : Calculer des aires avec des mesures	I	F	S	TBM

10.22 Annexe 22 Entretiens avec les élèves du milieu REP, la première année

Collège 1, entretiens ANTE et POST contrôle année 1

WILLANE (22,5 sur 23) Entretien ANTE-CONTROLE. On note W pour Willane et C pour le chercheur.

C : Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi ?

W : Bien. Pas du tout de changement

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ?

W : J'habite à Bellerive. Je viens en bus.

C : As-tu du trajet pour venir au collège ?

W : Oui je mets moins d'une heure en bus.

C : Tu es fatigué par ces trajets ?

W : Non ça va.

C : Tu as des copains ?

W : Oui.

C : Comment trouves-tu la nourriture à la cantine ?

W : ça dépend.

C : Et en mathématiques, ça va ?

W : Oui ça va.

C : Quel est ton niveau en maths ?

W : Bon.

C : Tu as eu un contrôle récemment ?

W : Oui.

C : Quand a-t-il été annoncé ?

W : Avant les vacances.

C : Sur quoi ?

W : Les périmètres, les conversions et les aires.

C : As-tu révisé ce contrôle ? Si oui, comment ?

W : Je fais plutôt des exercices et très peu de leçon. Enfin j'apprends les leçons. Quand j'ai compris les exercices, c'est que je me souviens de ce qui a été fait pendant la correction en classe. J'ai la mémoire de la correction.

C : Avais-tu misé sur un exercice qui tomberait à coup sûr ? Si oui, lequel ?

W : L'exo 2.

C : Pourquoi ?

W : C'est apprendre ses leçons.

C : Quelqu'un t'aide pour réviser ?

W : Ma mère.

C : Comment t'aide-t-elle ?

W : Elle prend mon cahier et elle me pose des questions. Surtout, pas du par cœur ! Elle me demande comment ça fonctionne !

C : Quel matériel as-tu pour réviser ?

W : Mon cahier.

C : Comment utilises-tu ton cahier ? Tu peux m'expliquer ce que raconte cette leçon ?

W : Pour l'exo 2, il faut apprendre par cœur ses leçons.

Il me montre la fiche de leçon :

Pour un rectangle c'est L × l pour l'aire et le périmètre c'est (l+L) ×2

Pour le carré, c'est un rectangle alors on fait :

l×l et l+l+l+l

Pour être sûr de pas se tromper et d'en oublier on fait l ×4.

Si c'est un triangle et qu'il est rectangle, on fait la délimitation **(il me montre le rectangle**) et c'est divisé par deux.

WILLANE (22,5 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

C : On regarde ensemble ton contrôle.

W : J'ai oublié de mettre cm carré. Je le savais pourtant.

Pour l'exo 1, il faut mettre dans la plus basse unité, j'ai mis tout en dm après j'ai calculé. Le tableau, il est dans ma tête. L'exo 3 je suis pas sûr, j'ai fait un tableau.

C : Comment sais-tu que tu as compris ou pas ?

W : Le disque, un ou deux jours avant le contrôle je regarde les exercices pour m'en souvenir.

C : Pourquoi le disque ?

W : Parce que c'est nouveau. Le périmètre on fait D fois Pi donc 8 fois PI. Et l'aire on fait R au carré fois Pi ou bien R fois R fois Pi.

C : Quels conseils te donnent tes parents pour réviser les maths ?

W : Ma mère elle est à l'école maternelle alors elle connait les problèmes des élèves et mon frère est en S, il sait les maths. Elle me dit : le périmètre du cercle, comment ça fonctionne ? Pour bien le retenir, elle me donne des astuces : 2 Pierres pour 2 fois Pi fois R.

SARAH (22 sur 23) Entretien ANTE. On note S pour Sarah.

C : Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi ?

S : Bien ça va.

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ?

S : J'habite Vichy. Je viens en bus.

C : As-tu des trajets longs ? Courts pour venir au collège ?

S : Courts.

C : Et la cantine ?

S : Je mange pas à la cantine. Je rentre chez moi à midi.

C : Tu as des copains ?

S : Mouais, quelques-uns.

C : Que penses-tu de ton année en mathématiques ?

S : Bien, ça va.

C : Tu dirais que ton niveau en maths est ... ?

S : Bon, ça va.

C : Vous avez eu un contrôle en maths je crois ?

S : Oui vendredi.

C : M C. a – t- il prévenu du contrôle ? Il l'a annoncé quand ?

S : Vendredi on a eu contrôle. Il l'a dit une semaine avant …enfin je sais plus trop.

C : As-tu révisé ? Comment as-tu organisé tes révisions ?

S : Chez moi et à l'aide aux devoirs.

C : L'aide aux devoirs ? C'est fait par le collège ?

S : Je vais au centre Alain Barjavel tous les mercredis après-midi. C'est pas avec le collège. C'est avec le centre social.

C : D'accord.

C : Et sur quoi portait le contrôle ?

S : Aires et périmètres.

C : Est-ce que tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr ?

S : Le numéro 2 c'était sûr ! Il y était en entier !

C : Quel matériel as-tu pour réviser, quel cahier ? Quelle partie de cahier ? Livre ?

S : Mon porte-vues.

C : Comment travailles-tu pour réviser ? Pour ce contrôle par exemple ?

S : J'ai relu ma leçon et j'ai demandé à ma mère de me poser des questions. *(Elle montre O_{1A})*

C : Par rapport à la leçon ?

S : Oui et je fais des exercices. Mon frère me fait des carrés, des rectangles, des disques, et je mesure l'aire et le périmètre. Il a fait toutes les figures possibles.

C : Quelles figures ? Tu peux m'expliquer ?

S : Lui, il connait les mesures, il les a tracés. Alors je les mesure à la règle et je dis quelle est l'aire et quel est le périmètre.

C : Comment sais-tu que c'est juste ?

S : Mon frère connait les mesures. C'est mon frère qui corrige. Mais je sais que c'est juste.

C : Quand tu dis « toutes les figures possibles » lesquelles ?

S : Toutes celles de l'exercice 2.

C : As-tu révisé autre chose ?

S : Il y a aussi les conversions que j'ai révisées. J'ai demandé à l'aide aux devoirs et ils m'ont expliqué comment faire sans tableau car M C. il fait sans tableau.

C : ahh… Comment cela ?

S : Par exemple 100 m en décamètre tu enlèves un zéro. Mais quand il a dit qu'on avait le droit au tableau alors j'ai utilisé mon tableau.

C : Tu l'écris au brouillon ?

S : Non je l'ai dans ma tête. Je l'imagine, j'ai pas besoin de l'écrire.

C : Et pour les conversions d'aires, comme dans le 1 ?

S : Pareil j'ai le tableau dans ma tête et je déplace.

C : Comment sais-tu que tu as compris ou pas ?

S : Je regarde mon porte-vues pour voir si c'est faux. Si j'ai le temps ma mère m'explique pourquoi je me suis trompée. Mais elle a pas toujours le temps !

C : Quels conseils tes parents te donnent pour bien travailler à l'école et pour bien réviser en maths ?

S : Bien réviser.

C : D'accord. Les aires et périmètres pour toi, ça sert à quoi ?

S : A calculer des maisons.

C : Est-ce que tu stresses pour les contrôles ?

S : Ça dépend quand je sais que j'ai bien révisé je suis pas stressée.

SARAH (22 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

C : Que penses-tu de ton contrôle ?

S : Je suis pas déçue c'est bien. Mais je comprends pas pourquoi j'ai faux. La formule c'est PI fois rayon fois rayon donc Pi fois diamètre.

C : Rayon fois rayon est différent de Rayon + Rayon donc différent de 2 fois Rayon ou encore du Diamètre.

S : Ah.

C : Merci à toi.

AMIRA (16,5 sur 23) Entretien ANTE-CONTROLE. On note A pour Amira.

C : Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi ?

A : Mieux qu'au début, ça va.

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ?

A : C'est papa qui m'amène ou… le bus.

C : As-tu des trajets longs ? Courts pour venir au collège ?

A : J'habite pas très loin, à côté du collège.

C : Comment tu trouves la nourriture à la cantine ?

A : Très bien.

C : As-tu beaucoup de copains ?

A : Oui, j'ai plein de copains.

C : Et ton année en mathématiques ?

A : Avant je détestais les maths mais c'est tellement mieux aujourd'hui. Maintenant j'aime les maths.

C : Qu'est ce qui a changé ?

A : Mon regard a changé.

C : Pourquoi ?

A : A l'école on faisait des fiches tout le temps et dès que tu avais fini une fiche, il fallait en prendre une autre. Et moi j'étais toujours en retard je restais sur la même fiche et je ne comprenais rien. Avec M C. c'est différent, il prend le temps … et il n'y a pas de compétition. Il dit des choses marrantes.

C : Ah ! Comme quoi ?

A : Par exemple pour le périmètre, il faut imaginer la fourmi qui marche sur le rectangle et les pas qu'elle fait. C'est rigolo ! (*rire*)

C : D'accord.

C : Autre chose ?

A : Non.

C : Selon toi, quel est ton niveau en maths ? Bon ? Moyen ?

A : J'ai un bon niveau.

C : Vous avez fait un contrôle vendredi. M C. a -t- il prévenu du contrôle ? Si oui quand ?

A : Oui la semaine avant les vacances.

C : Sur quoi portait ce contrôle ?

A : Sur les périmètres et aires.

C : As-tu révisé ? Comment as-tu organisé tes révisions ?

A : Oui j'ai révisé.

C : Où ? Combien de temps ?

A : Chez moi pendant 2h et pendant 1 heure de permanence.

C : Tu peux préciser ?

A : Chez moi avec mon père et mon grand frère qui m'aident. Mon père me fait une fiche d'exercices et je la fais jusqu'à ce que j'y arrive.

C : Quelle fiche ?

A : Il s'inspire des exos faits en classe avec mon cahier et le porte-vues.

C : Tu te souviens quel exercice il t'a donné ?

A : Oui c'était …Convertir et calculer des aires et périmètres de figures. Une maison avec des pièces où il fallait trouver l'aire de la maison.

C : Avec des figures ? Tu peux me montrer ? Tu l'as gardé ?

A : Non c'est un brouillon. Euh …..Avec des rectangles, des carrés. Il a fait un copié collé de l'exercice 2.

C : Que fallait-il faire ?

A : Calculer périmètres et aires.

C : Est-ce que tu misais sur un exercice ? Un exercice qui tomberait à coup sûr ?

A : Les Exos 1 et 2 ! L'exo 1 mon père m'avait fait faire le même et le numéro 2 c'est le copié collé de la leçon. Il faut apprendre ses leçons.

C : Quel matériel utilises-tu pour réviser ?

A : Mon porte-vues et mon cahier de bord. Mon père m'aide. Il me fait des exercices différents de ceux faits en classe mais qui ressemblent. Mon papa a eu la même idée que l'exo 2, faut apprendre ses formules.

C : Comment travailles-tu ? Peux-tu me montrer sur tes livres et tes cahiers.

A : blanc …je sais pas

C : Par exemple quand tu as révisé en permanence qu'as-tu fait ?

A : J'ai lu 3 fois la fiche de leçon.

C : Tu la lis ….

A : Je prends une feuille, j'ai une mémoire visuelle alors je ferme les yeux. Je recopie. Je fais un rectangle, je cache et je récite et je regarde si c'est juste.

Je suis pas toujours sûre alors je recopie et je récite à l'oral. Après j'ai regardé les exercices de M C. ceux pour lesquels j'ai des points faibles. Je ne les fais pas tous. Des fois je vais chercher les exos d'avant car ça donne le chemin.

C : Le chemin ?

A : Oui comment faut faire.

C : Où regardes-tu ?

A : Sur mon cahier.

C : Tu peux me donner un exemple ?

A : blanc ...non

C : Comment détectes-tu que tu as compris ou pas ? Bref, comment sais-tu tes points faibles ?

A *: sur un ton de Colère*

Je sais très bien ce que je sais faire et ce que je ne sais pas faire ! Mais bon on ne sait jamais !

C : Dans ce contrôle qu'est-ce que tu es sûre d'avoir fait juste ? *(Je lui montre le sujet du contrôle*)

Les exos 1 et 2. Le 3, je sais pas trop, j'ai essayé de calculer.

C : Quel conseils tes parents te donnent pour bien travailler à l'école et pour bien réviser en maths ?

A : Regarder les exercices.

C : Les aires et périmètres pour toi, ça sert à quoi ?

A : ça sert à calculer une figure. Par exemple pour réviser je prends une feuille et je me fais des jeux.

C : Quoi comme jeux ?

A : Ben avec monsieur C. on s'amuse un peu !

Par exemple la fourmi qui tourne autour du rectangle, c'est rigolo !

Pour réviser, j'invente une princesse qui doit aller voir son prince charmant et le trajet c'est le périmètre du rectangle.

C : Tu l'as fais avec d'autres figures ?

A : Non. Mais je le fais aussi avec la grenouille qui doit traverser le lac...(*blanc*) Quelle aire a le lac ?

C : Dans ton esprit, quelle forme a ton lac ?

A : Je sais pas. Pour m'amuser je m'ennuie alors je me dis Amira fait ça, au lieu de gaspiller ton temps ! Par exemple c'est un rectangle ! Le rectangle j'appelle ça un carré allongé. Un carré c'est trop

simple alors un rectangle ça change ! Le carré il a qu'une longueur alors que le rectangle il en a deux. Alors j'apprends les formules du rectangle et pas du carré, car c'est trop facile.

C : Est-ce que tu stresses pour les contrôles ?

A : Je révise toujours. Je stresse pas si j'ai bien révisé. Si je suis à l'aise…mais des fois je stresse même si j'ai révisé. J'ai un niveau normal alors normalement ça devrait aller.

C : Comment as-tu trouvé le contrôle ? Facile ? Difficile ? Long ? Court ? Surprenant ?

A : J'ai trouvé le contrôle facile, un peu long. Pas surprenant pour les exos 1 et 2.

C : Quelle note penses-tu avoir ?

A : 14 ou 15.

AMIRA (16,5 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

C : Regarde ton contrôle qu'en penses-tu ?

A : Que je suis pas trop contente. Je croyais avoir fait juste le n°1 et le disque aussi. Je suis déçue.

Elle lit et pointe du doigt l'exercice du disque.

J'ai fait 4×4 et après pourquoi c'est pas juste ?

C : 4×4 égal … ?

A : Ah oui ! Le périmètre c'est 4 ×pi !

C : Et le nombre Pi pour l'aire qu'en fais-tu ?

A : ben c'est 3,1 !

C : L'as-tu pris en compte ?

A : Non.

C : Quelle est la formule du périmètre ? Rayon ×Pi ?

A : euh …*Elle regarde sa leçon.* $2 \times \pi \times r$ *!* Le numéro un je comprends pas j'avais tout compris !

C : Qu'a-t-il mis comme commentaires ?

A :Eelle lit « deux erreurs de conversion. » Ah oui je me suis trompée.

C : Je te remercie Amira pour ta participation. Bonne continuation.

MARVYN (14,5 sur 23) Entretien ANTE-CONTROLE

C : Bonjour Marvyn, comment se passe le collège ?

M : Bien, c'est pas trop difficile

C : Tu fais du sport ?

M : Oui, je fais du basket.

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ?

M : Je viens en voiture avec mes parents. C'est ma mère qui m'amène.

C : As-tu des trajets longs ? Courts pour venir au collège ?

M : Ça va.

C : Que penses-tu de la nourriture à la cantine ?

M : C'est bien.

C : Tu t'es fait des copains ?

M : L'école primaire je l'ai retrouvé au collège alors je connais tout le monde. J'ai beaucoup de copains.

C : Tu peux me parler de ton année en mathématiques ?

M : J'aime bien. J'ai toujours aimé les maths.

C : Quel est ton niveau en maths ?

M : Mon niveau est plutôt bien.

C : Vous avez fait un contrôle il y a pas longtemps ?

M : Oui oui.

M : M C. a -t- il prévenu du contrôle ? Quand a-t-il été annoncé ?

M : Oui mercredi dernier.

C : Avais-tu révisé ? Où et comment ?

M : Chez moi. Les leçons je les apprends par cœur.

C : Ah…ok Tu peux me la réciter ?

M : Oui comment on mesure l'aire d'un rectangle ? Comment on fait pour trouver le périmètre c'est simple tu fais plus Sauf PI fois 2 fois rayon. Mais j'ai pas trop compris le pi.

C : Sur quoi portait le contrôle ?

M : Comment calculer l'aire et le périmètre.

C : Tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, lequel ?

M : Oui, exercices 1 et 2 bien sûr !

C : Pourquoi ?

M : Parce qu'on a fait trois fois pour le triangle rectangle ! Tu fais comme si tu mets un rectangle et on divise par 2.

C : De quelle question me parles-tu ?

M : De l'aire du triangle rectangle, bien sûr !

C : Quel matériel pour réviser utilises-tu ?

M : Le porte- vues, les leçons et les leçons de l'année dernière.

C : Comment travailles-tu, révises-tu ?

M : Des fois je connais tout et j'ai 18/20 alors je révise rien. Je révise plutôt tout seul. En maths j'ai pas besoin.

C : Et pour ce contrôle ?

M : J'ai juste révisé le disque de la leçon, pas le reste.

C : Tu as fait des exercices sur le disque ?

M : Non.

C : Comment détectes-tu que tu as compris la leçon ?

M : Ben pour tout ce qui est nouveau. Là le disque c'est nouveau par rapport à l'année dernière donc je sais que je ne sais pas faire. Le reste je sais, je l'ai déjà vu.

C : Quel conseils tes parents te donnent-ils pour bien travailler à l'école et pour bien réviser en maths ?

M : Il faut écouter en classe, cela donne moins de travail à la maison.

C : Et ça marche ?

M : Ah oui, ça marche.

C : Dernière question. Est-ce que tu stresses pour les contrôles ?

M : Non pas du tout.

MARVYN (14,5 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

C : On regarde ensemble ton contrôle ?

M : Je suis déçu j'aurai pu faire mieux. Ben oui on fait le rectangle (8 +6) fois 2.

C : Pour l'exo 1 qu'as-tu fait ?

M : J'ai tout transformé en mètres et j'ai ajouté. Je comprends pas.

C : Ce sont tes transformations qui sont fausses. 150 dm^2 n'est pas égal à 15 m^2. »

M : Ben si ! 150 dm = 15 m. Et 0,2 dam = 0,20 m

M : Oui mais ici ce ne sont pas des mètres mais des mètres carrés, est-ce pareil ?

M : Ah bon.

C : *Blanc* …Merci Marvyn.

DEBORAH (6 sur 23) Entretien ANTE-CONTROLE. On note D pour Déborah.

C : Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi, par rapport à l'école primaire ?

D : Ça va bien, c'est un peu difficile.

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ?

D : Je prends le bus le soir et mon papa me dépose le matin.

C : As-tu beaucoup de copains ?

D : Une amie seulement.

C : D'accord. As-tu des trajets longs ? Courts pour venir au collège ?

D : Courts.

C : Vas-tu à la cantine ?

D : Oui je vais à la cantine. Et c'est bien.

C : Ton année en mathématiques ? As-tu fait des progrès ?

D : Oui je fais des progrès car j'essaie de m'améliorer.

C : Quel est ton niveau en maths ? Bon ? Moyen ?

D : Je sais pas.

C : Pas une petite idée ?

D : Non.

C : Vous avez fait un contrôle il y a pas longtemps avec M C. ? C'est ça ?

D : Oui

C : A -t-il prévenu du contrôle ? Quand a-t-il été annoncé ?

D : Je sais pas. Je crois qu'il a prévenu mais je ne me souviens pas de quand.

C : Et tu as peut-être révisé ? Comment as-tu fait ?

D : J'ai essayé de réviser mais j'étais stressée, c'est dur pour moi. **Tous** les exos sont durs.

Elle insiste sur le « Tous ».

C : Tu peux me dire sur quoi portait le contrôle ?

D : La leçon

C : Laquelle ?

D : Celle maintenant.

C : Si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, ce serait lequel ?

Elle essaie de trouver la leçon dans son porte-vues.

D : NON, je sais pas.

C : Un truc qui va tomber !

D : NON !

C : Qu'est-ce que tu utilises pour travailler ? Quel cahier ? livre ? autres ?

D : Mon porte-vues uniquement avec la fiche de leçon. *J'ouvre son porte- vues avec elle et on arrive sur la leçon des aires et périmètres.*

C : Quelqu'un t'aide ?

D : Non, personne.

C : Comment as-tu révisé ?

D : J'ai appris ma leçon.

C : Comment ? Tu la lis ?

D : Oui, mot par mot puis la phrase entière.

C : Tu peux me montrer ?

D : J'ai appris toutes les figures puis toutes les formules puis toutes les aires.
Elle me montre chaque colonne les unes après les autres.

C : Tu as appris une colonne l'une après l'autre.

D : Oui et je les récite une par une et je les écris.

C : Où les écris tu ?

D : Dans un tableau maison que j'ai recopié chez moi.

C : Pour toi c'est quoi l'aire et le périmètre ?

D : Le périmètre c'est comme si c'était une fourmi qui traversait et l'aire c'est comme si tu coloriais tout le rectangle. Je me souviens de la leçon en classe et ce qu'il a dit M C. Je sais aussi que le signal PI c'est 3,14 et si tu l'arrondis c'est pas le même nombre.

C : C'est à dire ?

D : Oui c'est mon amie qui me l'a dit. Des fois c'est 3,1 et des fois c'est 3,5. Mon amie elle me dit « T'es prête pour le contrôle ? » parce qu'elle veut me faire réviser mais moi j'ai pas trop envie. Tous les jours où j'ai contrôle, elle me dit ça. Et elle me dit ce qu'il faut savoir, comme le signal PI.

C : Comment détectes-tu que tu as compris ou pas ?

D : Quand j'ai fini, j'essaie de réapprendre je retourne le tableau. Je cache et je récite.

C : Toujours d'abord les figures, première colonne ? puis la deuxième … ?

D : Oui toujours dans le même ordre.

C : Dans cet ordre ? *Je montre sur le porte- vues.*

D : Oui les formules puis les aires.

C : Qu'est-ce que tu appelles les formules ?

D : La deuxième colonne

Elle me montre les formules de périmètres.

C : Et là c'est pas les formules ? *Je lui montre les aires.*

D : Ben non c'est les aires !

C : Tu ne fais pas d'exercices ?

D : Non.

C : Quels conseils tes parents te donnent pour bien réviser en maths ?

D : Quand tu comprends pas, tu demandes. Mais je le fais pas. Je veux faire toute seule pour dire que j'y suis arrivée.

C : Les aires et périmètres pour toi, ça sert à quoi ?

D : Je sais pas.

C : Est-ce que tu stresses pour les contrôles ?

D : Je suis très stressée pendant les contrôles sauf un où j'ai eu 20 sur 27, je sais ça veut dire 13 sur 20. Je l'ai appris par cœur.

C : Tu as appris par cœur le contrôle ?

D : Non que 20 sur 27 c'est 13 sur 20.

DEBORAH (6 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

C : Que peux-tu me dire de ce contrôle ? ça parle de quoi ? *Je lui montre l'énoncé.*

D : Je sais l'exercice 2. **Ils** ont fait une figure à main levée, là. Et **ils** demandent l'aire et le périmètre. Il faut calculer là.

C : Tu as trouvé ce contrôle long ? Court ? Facile, difficile ?

D : Je l'ai trouvé difficile et long. Je suis toujours la dernière à ramener le contrôle. Il me faut souvent du temps en plus. Là encore j'étais la dernière à rendre. *Elle souffle…*

C : Tu t'attendais à ces exercices ?

D : Non, je m'y attendais pas. J'ai pas compris.

C : On regarde l'exercice 2, ensemble, si tu veux bien. Quelles sont tes erreurs ?

Elle lit péniblement ses réponses.

D : Je sais calculer l'aire. On fait 5 +5 +3 +3 = 16. Le périmètre j'ai pas compris.

C : Qu'est-ce que tu calcules ici ?

blanc

C : Si tu fais 5+5 +3+3 *Je lui montre les longueurs sur le dessin.*

blanc

C : Tu calcules le tour ou l'intérieur ?

blanc

C : Le tour non ?

D : Oui.

C : Le tour de la figure c'est l'aire ou le périmètre ?

D : Le périmètre. Donc tu calcules le périmètre ici.

D : Ah oui.

C : C'est pour cela que le professeur a mis une flèche. Bon et l'exercice 1 qu'en penses-tu ?

D : J'ai pas compris.

C : Comment as-tu fait pour l'exercice 3 pour trouver 134,10 ? Peux -tu m'expliquer ?

D : J'ai fait des calculs.

C : Quels calculs ?

D : Je sais pas.

C : Tu te souviens pas ?

D : Non.

C : Merci Déborah.

JADE (8 sur 23) Entretien ANTE-CONTROLE. On note J pour Jade.

C : Comment se passe le collège ? Est-ce un changement pour toi ?

J : Très bien, ça va.

C : Tu habites loin ? Comment viens-tu ? En bus ?

J : Non, maman m'amène.

C : As-tu des trajets longs ? Courts pour venir au collège ?

J : Courts.

C : Que penses -tu de la cantine ?

J : C'est bon mais ça dépend.

C : As-tu beaucoup de copains ?

J : Oui beaucoup.

C : Et en mathématiques ça se passe comment ?

J : ça va. Des fois je comprends pas tout.

C : Quel est ton niveau en maths ?

J : Moyen.

C : Vous avez fait un contrôle ? M C. vous avez prévenu ?

J : Oui, à la rentrée.

C : Sur quoi portait le contrôle ?

J : Les périmètres et aires.

C : Un truc sûr qui allait tomber, ce serait … !

J : L'exercice 2

C : Pourquoi ?

J : C'est M C. qui l'a dit. J'ai regardé le tableau.

C : Quel matériel pour réviser ? Qui t'aide ?

J : Ma sœur. Elle est en troisième.

C : Avec quoi ?

J : Euh…Mon cahier et mon porte-vues.

C : Avais-tu révisé ? Où et combien de temps ?

J : Chez moi et pendant une heure de permanence.

C : Comment as-tu révisé ?

blanc

C : Essaie de te souvenir par quoi tu as commencé pour réviser …tu as …

J : Pour retenir les formules de la leçon, je cache la feuille et je récite les formules.

C : Tu peux me montrer sur ta feuille.

J : Je fais d'abord le périmètre et après l'aire.

Elle montre sur la feuille.

C : As-tu fait autre chose ?

J : Oui j'ai relu plusieurs fois et j'écris.

C : Tu écris quoi ?

J : Je récite les formules.

C : Tu as ta sœur qui t'aide ? Ou pas ?

J : Ma sœur m'aide. Elle me note.

C : C'est-à-dire ?

J : Elle fait des figures et elle écrit P= et A= et me met une note.

C : Quelles figures a-t-elle fait ? Tu te souviens ?

J : Elle a refait entièrement les quatre figures. *Elle me montre sur son cahier l'exercice 2.*

J : carré …et…

J : rectangle, triangle et disque.

C : Comment détectes-tu que tu as compris ou pas ? Comment sais-tu que tu sais ?

J : Je sais pas.

C : Quels conseils tes parents te donnent pour bien travailler à l'école, par exemple en maths ?

J : Bien réviser. Il faut que je sois concentrée. Ecouter le professeur. Ma sœur elle me donne aussi des conseils techniques.

C : Quels conseils ? Tu peux me raconter ?

J : Elle me raconte des histoires pour apprendre. Le périmètre tu imagines une limace qui veut aller manger la salade et qui fait le tour de la figure. Et l'aire c'est un hamburger, tu manges ce qu'il y a dedans.

C : Les aires et périmètres pour toi, ça sert à quoi ?

J : Pour mesurer une figure.

C : C'est à dire ?

J : A calculer le contour de la figure et l'aire calculer le « dedans » de la figure.

C : Est-ce que tu stresses pour les contrôles ?

J : Oui j'ai peur d'avoir une mauvaise note et de pas tout comprendre.

JADE (8 sur 23) Entretien POST-CONTROLE.

Je suis déçue. L'exercice 2 je savais faire, j'aurais pu avoir plus.

C : Et là ? je lui montre l'exercice avec le triangle rectangle.

J : Là il y avait 3 nombres alors je savais pas lequel prendre.

Elle montre le triangle rectangle.

C : Quelles autres erreurs as-tu faites ? tu peux m'expliquer ?

J : J'ai oublié les parenthèses.

C : Pourquoi est-ce différent ?

J : Je sais pas.

C Pour l'aire. *Je montre le rectangle*

J : Je croyais c'était côté fois 4. *Elle me montre le résultat qu'elle a écrit au niveau du carré*.

C : Est-ce que c'est l'aire ?

J : Ah non le périmètre.

C : L'exercice 3 : qu'as-tu essayé de faire ?

J : J'ai tout mis en mètre et j'ai tout ajouté et l'exercice 1, j'ai rien compris.

C : Merci Jade pour ces explications. Tu peux retourner en classe.

10.23 Annexe 23 Entretiens avec les élèves du milieu REP, la deuxième année

Collège Jules Ferry, Vichy, entretiens ANTE contrôle année 2

COLINE (3,5 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Alors tu t'appelles comment ?

E : Colline

C : Comment tu l'écris ?

E : Colline avec I N.

C : D'accord. OK.

C : Alors tu trouves que ça se passe comment le collège ?

E : ça va.

C : ça va bien ? Tu trouves difficile ? Un changement par rapport à l'école primaire ou pas ?

E : Un petit peu.

C : Un petit peu ? Est-ce que tu peux préciser ? Qu'est-ce qui change ?

E : On change de classe tout le temps, de ne pas avoir les mêmes horaires.

C : D'accord. Et alors tu habites loin ? Tu viens en bus ? À pied ?

E : J'habite à Vendat.

C : Donc tu viens en bus ? Tu as beaucoup de trajet ?

E : Non ça va. Non pas beaucoup.

C : OK. Est-ce que tu manges à la cantine ? Alors raconte-moi la cantine ici.

E : Ben y'a des trucs c'est bon. Il y a des choses pas vraiment.

C : D'accord. Tu t'es fait beaucoup de copains ?

E : Oui.

C : Et alors en maths, comment tu trouves ?

E : Ben, c'est un peu dur.

C : D'accord c'est dur.

E : Oui

C : Tu as des difficultés, alors ?

E : Ouais.

C : Plus en mathématiques ? Ou… de manière générale ?

E : Ben, aussi en français et oui c'est dur.

C : D'accord.

E : Comme cet aprèm, on a un contrôle d'histoire et c'est dur à apprendre.

C : D'accord.

C : Donc vous avez un contrôle sur …?

E : Oui.

C : Donc lundi prochain c'est ça ?

E : Oui

C : Est-ce que, …pour tes révisions, comment tu comptes t'y prendre ? Comment tu vas réviser ?

E : Euh *Blanc*

C : Tu vas regarder ton cahier ? Tu vas regarder ton porte-vues ? Tu vas regarder ton cahier du jour ?

E : Ah ! Ma tata, elle avait demandé des photocopies d'un livre d'exercices, que j'avais pas eu le temps de faire.

C : D'accord

E : Eh ben les faire. Et après apprendre la leçon.

C : mmh

E : Et après plusieurs fois. Comme aujourd'hui, un petit peu demain et après-demain.

C : Sur plusieurs jours ?

E : Oui.

C : Tu dois réviser quoi, du coup ? Tu sais ce que tu dois réviser ?

E : L'aire, le périmètre.

C : D'accord.

E : Et le… je me souviens plus trop du dernier.

C : Tu te rappelles plus du nom ? Tu peux regarder dans ton cahier, si tu veux.

Elle regarde dans son cahier.

C : C'est pas grave. OK les aires et les périmètres. Les aires et les périmètres de quoi ?

E : Ben d'un rectangle

C : Oui.

E : Et ben des figures.

C : Ouais. Alors toi tu dirais s'il y a un exo qui tombe à coup sûr. Tu es sûre que ça, ça va tomber, tu dirais quoi ? Est-ce qu'il y a un exercice dans ton cahier que tu pourrais me montrer ou dans ton porte-vues, je sais pas ? Où tu pourrais te dire celui-là je suis sur ça va tomber.

E : Euh ça. ***Elle montre l'exercice.***

C : C'est quoi ? C'est les égalités avec les conversions.

E : Il y a ça aussi. Ah oui voilà les conversions.

C : Ah ! C'est ça que tu voulais dire. Donc les égalités de conversion. Pourquoi celui-là tu es sûr qu'il va tomber ?

E : Il y a lui, ça.

C : D'accord.

E : Parce qu'il nous a dit « contrôle » avant, hier.

C : Il vous a dit ça, ça va tomber ?

E : Oui.

C : OK et donc quand tu révises, tu utilises quoi ? Les photocopies d'exercices de ta tata, c'est ça ?

C : Oui. Tu utilises quoi d'autre ?

E : Euh…j'écris.

C : Oui

E : Euh…

C : T écris quoi ? *Blanc*

C : Des leçons ? Des exercices ?

E : Comme euh …aire, périmètre j'essaie d'y écrire.

C : Mmh *Blanc*

C : D'accord et tu écris quoi après aire et périmètre ?

E : Ben *Blanc*

C : T'écris des calculs ? Des formules ?

E : Oui des calculs.

C : D'accord. Est-ce que tu te sers d'autres choses ?

E : Non. A part ma leçon, non.

C : Et alors, du coup ta tata les photocopies, c'est des exercices c'est ça ?

E : Normalement on regarde sur la tablette si on peut chercher des exercices mais là elle a demandé, là. Vu que les exercices je les avais pas faits. J'avais pas eu le temps.

C : D'accord. Et alors chez toi, ta famille te donne des conseils pour bien travailler, ou pas ?

E : Un petit peu.

C : Qu'est-ce qu'ils te disent ?

E : Euh bah bien apprendre.

C : Oui.

E : Je sais plus.

C : Est-ce que quand tu vas faire les exercices, comment tu sais si tu as réussi ou pas réussi ?

E : Ben c'est ma tata qui corrige après.

C : Ah d'accord, c'est ta tata. Tu essaies de faire les exercices et après ta tata corrige.

E : Oui.

C : D'accord

C : OK est-ce que tu parles avec tes camarades, copains, copines de maths des fois ? Dans les couloirs ?

E : Des fois oui quand on a contrôle, on n'en parle.

C : Tu dirais souvent, peu, très souvent ?

E : Un peu comme là avant de rentrer on s'est dit lundi il y a un contrôle.

C : OK, du coup vous en avait parlé un peu. Tu en parles avec quelqu'un d'autre ? Avec ta tata ? Le professeur ? Avec les surveillants ?

E : Non seulement avec les copains, copines et après aussi dans ma famille.

C : Si je te dis, qu'est-ce que tu penses de « apprendre par cœur toutes les formules sur les aires » tu penses que c'est utile ? Inutile ?

E : Ben si ça peut être utile.

C : Connaître les explications et les justifications ? Utile ou pas utile ?

E : C'est quoi les justifications ?

C : Alors les explications, c'est comment ça fonctionne, comment ça marche, pourquoi on fait les choses.

E : Ah ! Alors oui.

C : Résoudre des problèmes compliqués ? Pour toi c'est utile ou pas utile ? Où il faut faire plutôt des problèmes simples.

E : Des problèmes simples et un peu compliqués. Alors un peu des deux.

C : OK. S'il y avait un chinois qui est arrivé qui arrivait dans ta classe, qui ne connait rien du tout aux mathématiques en France. Il ne fait pas du tout comment travailler et il faudrait que tu l'aides un petit peu pour l'expliquer comment on fait en France parce que lui y connaît pas. Qu'est-ce que tu lui dirais ? Quels conseils tu lui donnerais ?

E : Ben d'aller voir le prof pour l'aider et … je sais pas.

C : D’accord. Et toi tu es stressée pour les contrôles ?

E : Oui très stressée.

C : Très très ?

E : Oui enfin ça dépend lesquels.

C : Ah alors pourquoi ?

E : Les maths et le français je suis stressée et l’histoire mais SVT j’y arrive mieux et les autres un petit peu quand même.

C : D’accord tu es plus stressée en maths, français et histoire.

E : Oui.

C : OK. Comment tu as trouvé le chapitre sur les aires et périmètres ?

Par rapport aux autres chapitres ?

E : Plus facile. Je l’ai trouvé plus facile que les autres.

C : Tu saurais dire pourquoi ?

E : Non je sais pas.

C : OK. Allez, je te libère. Merci. Tu m’envoies le suivant !

BORHEN (10,5 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Oui. Assieds-toi là. Tu peux te mettre là, voilà. Alors ton prénom c’est comment ?

E : Mon prénom ?

C : Oui

E : Borhen.

C : Comment tu l’écris ?

E : B O R H E N.

C : C’est ça ? OK.

C : Alors comment tu trouves le collège ?

E : C’est bien.

C : C’est bien ? C’est difficile par rapport à l’école ou pas ?

E : Non.

C : Non OK. Tu prends les transports scolaires ? Le bus ? Tu viens à pied ?

E : En bus.

C : Tu as beaucoup de trajet ?

E : 20 minutes.

C : D'accord, tu manges à la cantine ?

E : Oui au self.

C : Tu trouves comment le self ?

E : Bien, on mange bien.

C : OK. Est-ce que tu t'es fait beaucoup de copains ?

E : Oui

C : OK. Et alors en maths tu trouves comment ton année ?

E : Je trouve très bien.

C : Tu trouves que tu réussis bien en maths ? Oui ?

E : Oui.

C : Donc vous avez un contrôle sur…lundi prochain, c'est ça ?

Et donc sur quoi ?

E : C'est sur les périmètres et les différences. L'aire et les périmètres et les cercles et tout ça.

C : D'accord. Et alors tu as commencé à réviser ou pas ?

E : Pas encore ! On est encore en train de faire des exercices !

E : D'accord.

C : Pour réviser tu vas réviser à la maison, en permanence ?

E : Enfin oui je révise à la maison, la plupart du temps je révise à la maison.

C : et tu fais comment alors pour réviser ?

E : Bah déjà, je fais le soir, ma mère me fait des exercices.

C : OK.

E : Le soir je récite ma leçon, sinon je la réécris.

C : D'accord tu réécris la leçon. Tu la réécris entièrement ou juste des morceaux ?

E : Juste ce qu'on doit apprendre. Et si c'est le nombre pi je l'apprends.

C : Alors comment tu l'apprends ?

E : Par exemple je me souviens que c'est 3,14, et qu'il faut le multiplier. *blanc*

C : Donc tu fais des exercices. C'est ta mère qui te fait des exercices ?

E : Et ma sœur des fois.

C : Et ta sœur.

C : OK et comment elles prennent les exercices, sur ton cahier ? Sur un livre ? Comment elles font pour trouver les exercices ?

E : Ben ça dépend. Je leur donne d'abord ce que je dois faire et elles connaissent la plupart du temps les exercices donc elles savent faire. Elles les inventent.

C : Ah ! Elles les inventent, en fait d'accord. Alors si tu misais sur un exercice qui va tomber. À coup sûr, ça tombe. Tu me dirais quoi ? Tu as le droit d'ouvrir cahier et de me dire. Hein ?

Un exo en fait où tu es sûr que ça va tomber !

E : Dans le cours ?

C : Oui dans le contrôle. *blanc… il cherche*

E : euh…celui-là…Cet exercice là …celui-là.

C'est sûr ils vont tomber car il faut trouver l'aire et le périmètre. C'est sûr !

C : D'accord. Exo 1 et 2 de la fiche « comparer des aires et des périmètres », c'est ça ?

E : Bah oui. On donne les mesures.

C : OK et pourquoi celui-là tu es sûr ?

E : Parce qu'il l'a dit !

C : Donc qu'est-ce que tu utilises comme matériel pour réviser, finalement ?

E : Mes leçons, mon porte-vues.

Par exemple pour cet exercice-là, j'efface, je couvre et je fais. Sinon je fais des exercices sur Internet.

C : D'accord comment tu fais pour chercher sur Internet ?

E : Bah je mets mon logiciel de maths.

C : Ah ! Tu as un logiciel de maths ?

E : Oui enfin sur un site.

E : Je mets par exemple « comparer des périmètres », je tape ça, et après ça me sort la leçon et les exercices aussi !

C : D'accord et comment il s'appelle ce site ? Tu sais son nom ?

E : Je sais pas. C'est maths et y a un autre truc, je mets juste ça, ça me sort en premier.

C : D'accord. Tes parents, ta sœur, ils te donnent des conseils pour bien travailler ? Pour bien travailler en maths ?

E : En maths ?

C : Oui

E : Déjà bien réviser mes leçons, bien apprendre et de retenir ce que je dois apprendre.

C : OK et alors si tu avais un élève qui venait d'un autre pays qui est complètement perdu. Il arrive débarque en France. Il sait pas comment il faut faire pour apprendre les maths. Il faudrait que tu lui donnes des conseils. Qu'est-ce que tu lui dirais ?

E : Bah comment ça ?

C : Parce qu'il est perdu pour apprendre les maths donc tu l'aides.

E : Déjà je lui fais apprendre ses tables de multiplication.

Déjà s'il sait ce que c'est des divisions, je lui donne des exercices ou sinon s'il sait très bien travailler et s'il est juste perdu je lui donne des exercices sur ce que l'on fait.

J'essaie de lui expliquer pour qu'il comprenne bien.

C : D'accord. Quand tu fais des exercices, comment tu sais si tu as juste ou si tu as faux ?

E : Ben soit c'est déjà corrigé ! Quand je fais des exercices et que c'est moi qui les fasse ?

E : Déjà je vais sur une feuille de brouillon. Et je sais comment c'est parce que j'ai retenu !

C : D'accord tu te souviens par rapport au cours ?

E : Oui des fois oui et des fois non.

C : D'accord

E : Mais bon si …je m'en souviens quand même.

Je sais pas, des fois je fais avec la calculatrice, ou des trucs comme ça.

C : Tu parles avec tes copains, copines de maths ? Avec quelqu'un dans le couloir des fois ?

Tu dirais, souvent, régulièrement, peu ?

E : Souvent.

C : Tu parles surtout avec le professeur ? Les copains ? Les parents ?

E : Les copains plutôt. De parler de quoi ?

C : De parler de maths ! Est-ce que ça t'arrive de parler de maths dans les couloirs par exemple ?

E : Ah oui ! Les parents et les amis.

C : OK d'accord.

E : Comme on a contrôle de maths, s'il y a une personne qui sait pas bien, alors on lui explique.

C : D'accord OK. Tu dirais pour faire des maths, « apprendre par cœur » c'est utile ou inutile ?

E : Les leçons ?

C : Oui apprendre par cœur une leçon.

E : Bah c'est utile parce que le nombre pi il faut le retenir on n'en a besoin presque tout le temps.

C : D'accord.

E : Et on en aura peut-être besoin pour le brevet.

C : D'accord. « Connaître les explications » c'est utile ou inutile ?

E : Les explications des exercices ? C'est utile parce qu'on nous dit ce que l'on doit faire. Par exemple quelles sont les aires, les périmètres du rectangle et du triangle ci-dessous bah déjà on sait que c'est le périmètre du rectangle donc on peut savoir facilement.

C : D'accord. « Résoudre des problèmes compliqués, c'est utile ou inutile ? Pour réviser les maths ? »

E : Je dirais ouais. Je dirais oui comme ça on apprend plus.

C : D'accord. Et alors le chapitre que vous avez fait sur les aires et périmètres, comment tu l'as trouvé ?

E : Bah c'était bien.

C : Par rapport aux autres chapitres ? Difficile, facile ?

E : Bah si on découpe bien c'est facile***. (Il montre la figure du parallélogramme)***

Et si on a du mal à découper, ça ira pas.

C : D'accord merci. Au revoir.

ENZO (14,7 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Ton prénom, c'est comment ?

E : Enzo

C : Alors Enzo, commence ça se passe le collège ?

E : Bien

C : Bien ? C'est difficile par rapport à l'école ou pas ?

E : Non.

C : Est-ce que tu habites loin ? Tu as beaucoup de transport le matin ? Le soir ? *Blanc*

C : Tu viens comment ? À pied ? En bus ?

E : En bus

C : En bus d'accord.

E : Je pars vers les 7 heures.

C : D'accord. Tu manges la cantine ? Et alors tu trouves comment la cantine ?

Bien ?

E : Oui.

C : Tu t'es fait beaucoup d'amis ?

E : Oui.

C : Et alors en maths ton année comment tu la trouves ? Tu trouves que tu réussis bien ? Comment tu te débrouilles ?

E : Très bien.

C : D'accord.

C : Vous avez un contrôle de maths le… le…

E : Le lundi.

C : Oui, le lundi. D'accord ça porte sur quoi ?

E : Sur les périmètres, aires et conversions.

C : D'accord. Et donc qu'est-ce qu'il faut savoir sur les aires et périmètres ?

E : Ben savoir…Faut savoir…*Blanc*

C : Tu as le droit d'ouvrir ton cahier si tu veux regarder, si tu veux. *Il ouvre son cahier.*

Sur le périmètre il faut réussir à…à… *blanc* Je sais plus.

C : OK c'est pas grave. Est-ce que tu as commencé un peu à réviser ? Quand est-ce que tu vas réviser ?

E : J'ai un peu commencé à réviser.

C : Ouais, alors comment tu fais pour réviser toi mathématiques ?

E : D'abord je révise.

C : Mmh

E : Dès qu'il y a un contrôle. Après quand c'est le jour bah ma maman elle me pose des questions et moi je dois essayer de répondre…je…

C : Donc en fait ta maman te pose des questions et toi tu essaies de répondre c'est ça ?

Ta maman tu lui donnes quoi ton porte-vues ? Ton cahier du jour ?

E : Les deux. La leçon qui est pour le contrôle.

C : D'accord.

C : Du coup elle te pose des questions sur la leçon ? Sur les exercices ?

Qu'est-ce qu'elle te pose comme questions ?

E : Elle me pose des questions sur la leçon et après elle me fait quelques petits exercices.

C : D'accord. Les exercices c'est maman qui les invente ou elle prend des exercices que vous avez faits ?

E : Elle prend des exercices dedans et parfois elle les, elle invente un petit peu.

C : Et alors si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr ça serait quoi ?

Un exo qui va tomber au contrôle, c'est sûr, il va tomber !

E : Bah je révise.

C : Est-ce que tu pourrais m'en montrer un !

Tu penses que ça va tomber ! *Blanc* ! *Il tourne les pages.*

E : Quelques petits trucs comme ça. Ça ! Ça va tomber et…

C : Pourquoi celui- là, tu penses qu'il va tomber ?

E : Parce qu'il l'a montré.

C : Ah d'accord OK.

E : Et ça aussi aire et périmètre.

C : OK.

C : Qu'est-ce que tu utilises comme matériel pour réviser ? Ton cahier ? Ton porte-vues ?

Est-ce que tu utilises autre chose pour réviser ? Non ?

E : OK. Est-ce que ta maman te donne des conseils pour bien réviser ?

Qu'est-ce qu'elle te dit ?

E : Ben euh *blanc* je sais plus.

C : Tu sais plus ? OK.

C : Euh comment tu l'as trouvé le chapitre sur les aires et périmètres ?

E : Facile et rigolo.

C : D'accord. Par rapport aux autres chapitres, est-ce qu'il y a d'autres chapitres que tu as trouvés facile et rigolo ? Ou peut-être pas facile et pas rigolo ?

E : Non, non, y'en a pas d'autres difficiles.

C : D'accord. Imaginons qu'il y ait quelqu'un qui vienne dans ta classe et qui est chinois et il est complètement perdu parce que chez lui, on n'apprend pas pareil des maths. Il faudrait que tu lui donnes des conseils pour l'aider. Qu'est-ce que tu dirais pour apprendre des maths ? Comment on fait ?

Blanc

E : Je sais pas.

C : Il est complètement perdu et il voudrait que tu lui donnes un peu d'aide.

Blanc

Pour savoir comment on fait, tu lui prêterais tes cahiers ?

E : Oui, je lui prêterai aussi quelques exercices pour qu'il les fasse chez lui.

C : D'accord. OK Est-ce que dans les couloirs ou dans le bus tu parles avec des copains de maths ?

Ou, est-ce que ça t'arrive jamais ?

E : Oui et non

C : Dis-moi pourquoi oui et non.

E : Pour voir ce qu'on a appris. Pour voir si on apprend les mêmes choses.

C : Ah d'accord. Pour voir si on apprend la même chose, parce que des fois tu t'es rendu compte que tu n'apprenais pas les mêmes choses que les autres ?

E : Oui

C : D'accord. Et alors c'est plutôt avec les copains, ta maman, ton professeur que tu parles de maths ?

E : Ben maman et copains.

C : D'accord. Alors je vais te donner des phrases :

« Apprendre par cœur les leçons » tu trouves que c'est utile ou inutile en maths ?

E : Pas utile parce que si…si on a l'une dans la tête l'autre on l'aura pas trop. Quand on a plusieurs contrôles.

C : Tu veux dire que quand tu as plusieurs contrôles, tu veux dire que des fois tu confonds c'est ça ?

E : Oui.

C : D'accord. « Connaître les explications » c'est utile ou inutile ? Pourquoi ?

E : Bah pour qu'après on sache mieux faire les exercices. On demande pas qu'on y fasse comme ça les exercices !

C : D'accord. « Résoudre des problèmes compliqués », c'est utile ou inutile ?

E : Utile

C : Et résoudre des problèmes simples ?

E : Utile aussi.

C : Pourquoi tu penses qu'il faut résoudre des problèmes compliqués ?

E : Ben des problèmes compliqués.

C : Toi tu préfères des problèmes compliqués ou des problèmes simples ?

E : Ben les deux. J'aime bien les deux.

C : OK et tu stresses beaucoup pour les contrôles en maths ?

E : Pas trop. C'est surtout quand il rend la note que je suis plus stressé. *Rire*

C : OK merci.

CORALIE (8,8 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Ton prénom c'est ?

E : Coralie.

C : Alors comment tu trouves le collège ? Tu as trouvé que c'était difficile par rapport à l'école ?

E : Ben euh au départ oui parce que tu avais pas mal à s'habituer mais maintenant ça va.

C : Maintenant ça va. Tu es habituée. OK. Tu viens comment ? En bus ? À pied ?

E : En bus ou des fois c'est mes parents qui m'amènent.

C : D'accord donc ça serait en voiture. Tu as beaucoup de trajet, tu as combien de temps pour venir ?

E : Je sais pas. Cinq minutes peut-être.

C : D'accord. Tu n'es pas loin. Tu manges à la cantine ?

E : Oui

C : Tu trouves comment la cantine ?

E : Ben ça va. Des fois bien, ça dépend.

C : ça dépend des jours. Tu t'es fait beaucoup de copains, au collège ? Ou de copines ?

E : Euh ben oui.

C : Oui ? Et alors en maths, donc, comment tu trouves ? Tu trouves que tu y arrives bien cette année ? Moyen ? Ou c'est difficile ?

E : ça dépend des fois.

C : ça dépend des fois. Des fois c'est difficile, des fois c'est facile ? *Blanc*

C : OK. Vous avez un contrôle donc lundi prochain ? C'est ça ?

C'est sur quoi ?

E : Euh sur les périmètres, les aires et les conversions.

C : D'accord. Et alors tu as commencé à réviser ? Ou alors tu vas commencer samedi dimanche ?

E : J'ai déjà commencé à réviser un petit peu mais je vais recommencer samedi.

C : D'accord. Et alors comment tu révises toi les maths ?

E : Pour la première fois j'apprends ma leçon. Je la fais réciter soit à ma maman soit à « devoirs faits ». *C'est un dispositif d'aides aux devoirs.*

C : D'accord

E : Des fois il faut que j'écrive des questions, et bah que je fasse des exercices.

C : Ok tu me dis il faut que j'écrive des questions.

E : Ben c'est ma mère, elle me pose des questions et j'y réponds.

C : Ah, c'est ta mère qui te pose des questions ? Qui écrit les questions ?

E : Oui.

C : D'accord. Et alors qu'est-ce que tu lui donnes à ta maman comme…tes cahiers comment elle sait ce qu'il faut…

E : Oui elle regarde mes cahiers et après je prends un brouillon et je les réécris.

C : D'accord. Mais c'est des questions de leçon, qu'elle te pose ? Qu'elle te fait faire ? C'est des exercices ?

C'est quoi ?

E : Des questions pour la leçon et des questions pour les exercices.

C : D'accord. OK. Si tu me disais, euh… à coup sûr il y a un exo qui tombe, est-ce que tu peux ouvrir ton cahier et me montrer un exo, c'est sûr qu'il va tomber !

E : J'ai pas compris.

C : C'est-à-dire, t'es sûre qu'au contrôle il va y être.

E : Euh….*blanc Elle cherche.*

E : Je crois celui-là.

C : Celui-là ?

C : Alors c'est lequel celui-là ?

E : Ben c'est euh ben c'est euh …*Blanc*

C : D'accord. Qu'est-ce qu'il y a dans cet exercice est-ce que tu peux m'expliquer ?

E : Là par exemple, c'est un triangle. Il faut trouver comment il faut faire, pour euh..

Calculer, et du coup on fait un rectangle.

C : D'accord.

E : Il faut faire un rectangle. On coupe au milieu, de plus on sait que ça, ça fait un angle droit. Ça c'est égal à ça et et ça c'est égal à ça.

Ça fait calculer 2 fois.

C : Les triangles, tu penses que ça va tomber, les triangles ?

E : Oui ou celui-là, où il est rectangle.

C : Rectangle aussi. Et tout ce qui est cercle et tout ça, ça ne va pas tomber ?

E : Ben cercle oui parce qu'il nous l'expliqué plusieurs fois.

C : Mmh. Ok. Quel matériel tu utilises pour réviser, toi ? Ton cahier, quoi d'autre ?

E : Une règle et un compas et euh je sais plus comment ça s'appelle, ça… le gros cercle, là.

C : Un rapporteur ?

E : Oui un rapporteur !

C : Tu vas des fois sur Internet ou…jamais ?

E : Faire des recherches des fois. Quand il nous demande.

C : D'accord. Pas pour réviser ? C'est quand le prof te le demande ?

E : Oui.

C : D'accord.

C : Euh … ta maman elle te… donne des conseils pour bien réviser ?

E : Ben elle me dit tout le temps, pour apprendre il faut faire des exercices. Pour apprendre, écrire quoi !

C : Très bien.

E : Parce que le contrôle c'est pas à l'oral, du coup.

C : Vu que c'est pas l'oral, il faut forcément écrire.

E : oui.

Blanc

C : D'accord. Et donc tu vas réviser la leçon ? Tu m'as dit, ta maman va te poser des questions sur la leçon. Tu apprends tout dans la leçon ? Ou juste des parties ? Comment tu fais ?

E : Juste ce qui est important.

C : Alors juste ce qui est important.

C : Et quand tu fais les exercices, comment tu sais que tes exercices sont justes ?

E : Ben après ma mère elle corrige sur le cahier.

C : C'est ta mère qui corrige.

E : Ou des fois faut que je fasse toute seule.

C : Ah et alors quand tu fais toute seule comment tu fais, comment tu te débrouilles ?

E : Je regarde sur le cahier, le cahier les réponses et je cherche toute seule.

C : D'accord. Imagine qu'il y a un chinois qui arrive dans votre classe mais alors comme il vient de Chine il ne connaît rien à la France. Il faudrait que tu l'aides pour lui expliquer comment on fait les maths. Qu'est-ce que tu lui donnerais comme conseils ?

E : bah d'avoir son matériel.

C : Oui c'est un bon conseil ça, avoir son matériel déjà. Qu'est-ce que tu lui dirais d'autres ? *Blanc*

E : Euh….

E : Je sais pas. Je lui donnerai des fiches méthode, peut-être.

C : Ouais. C'est quoi des fiches méthode ?

E : Ben par exemple c'est des fiches où dessus il y a des exercices et après euh… des trucs compliqués.

C : D'accord est-ce que tu discutes des fois avec tes copains ou avec ta maman de ta famille de maths en dehors des cours, je veux dire dans les couloirs, dans le bus dans la voiture…ça t'arrive ou pas ?

E : Des fois on n'en parle dans le bus quand il y a un devoir à faire mais c'est pas souvent.

C : Plutôt pas souvent.

E : Oui.

C : Je vais te dire des phrases, alors

« Apprendre par cœur les mathématiques » c'est utile ou inutile ?

E : Je sais pas. Faut pas apprendre tout par cœur parce qu'après, tu apprends par cœur une fois et après tu te souviens plus de la leçon, si tu l'apprends qu'une fois.

C : D'accord. Donc tu dirais utile ou inutile ?

E : Entre les 2.

C : Entre les 2, tu dirais. Ok. Euh…«Connaître les explications » utiles pas utile ?

E : utile !

C : Ok

C : Résoudre des problèmes compliqués, utile ou pas utile pour réviser les maths ?

E : Moyen.

C : Moyen ? Et résoudre des problèmes simples utile ou pas utile ?

E : Bah pas utile. *Blanc*

C : OK. Tu stresses beaucoup pour les contrôles toi ou pas ?

E : ça dépend quand c'est des trucs compliqués. Mais je stresse souvent.

C : Tu stresses souvent ?

E : Ben oui quand y'a des trucs que j'arrive pas, que je sais faire mais je m'en rappelle jamais.

C : C'est quand tu t'en rappelles pas que du coup ça te fait stresser.

E : Oui.

C : D'accord. Et alors le chapitre sur les aires, périmètres et tout ça tu l'as trouvé comment ?

Facile difficile ? Rigolo, pas rigolo ?

E : ça va normal

C : ça va normal.

E : C'est juste les conversions, c'est dur.

C : Les conversions c'est plus dur ?

E : Oui.

C : Tu saurais dire pourquoi c'est plus dur ? Parce que vous en avez déjà fait l'école déjà des conversions, non ?

E : oui oui. *Blanc*

C : Mais c'était déjà dur à l'école ?

E : Oui et puis on n'en a pas fait beaucoup.

C : Ok. D'accord et bien merci Coralie. Tu peux retourner en classe et appeler le prochain ou la prochaine.

ISMAEL (14,7sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Ton prénom c'est comment ?

E : Ismaël.

C : OK comment tu trouves le collège ? C'est difficile par rapport à l'école ?

E : Non ça va.

C : Tu habites loin du collège ?

E : Oui, j'habite à Vendat.

C : Tu viens en bus ? Tu viens en …?

E : En bus.

C : OK tu manges à la cantine ou pas ?

E : Oui.

C : Et comment tu trouves la cantine ?

E : Bof.

C : Tu as beaucoup de copains ?

E : Ouais ouais.

C : Alors en maths comment tu trouves ton année ? Tu trouves que tu réussis bien ?

E : Oui bien.

C : Ok. Donc vous avez un contrôle euh ...lundi prochain, c'est ça ?

E : Oui.

C : C'est un contrôle sur quoi ?

E : Sur les aires et les périmètres et les conversions.

C : D'accord. Tu as déjà commencé à réviser ? Tu vas bientôt réviser ?

E : Je compte réviser à partir de ce soir et après tous les jours.

C : Mmh. D'accord tu fais tout le temps comme ça ?

E : ça dépend des fois dans la semaine j'ai vraiment … quand dans la semaine je fais beaucoup de trucs, ben j'apprends que 3 jours avant.

C : Tu veux dire quand la semaine est chargée ?

E : Oui voilà.

C : Tu révises tout seul ? Tu révises à la maison ? En permanence ?

E : En permanence mais je révise souvent à la maison. Des fois quand je vais chez un copain je révise chez lui.

C : D'accord. C'est un copain de ta classe ?

E : Oui.

C : Donc vous réviser à 2, en fait, tous les 2.

E : Oui on se fait réciter après.

C : D'accord. Et c'est un copain qui est bon aussi en maths ? Ou qui est comment ?

E : Ben il est comme moi.

C : Comme toi. Tu le connaissais déjà depuis l'école primaire, avant ?

E : Oui depuis la maternelle.

C : Ah oui d'accord ! C'est un copain que tu connais déjà depuis longtemps !

C : Et ça, vous le faites, de réviser l'un chez l'autre, euh que en maths ou aussi dans les autres matières ? ou ?

E : ça dépend des fois mon père, il peut pas venir me chercher tout de suite car il travaille sur un autre collège. Du coup je vais chez lui et on révise ce qu'on a à faire pour le lendemain.

C : Et vous le faites, vous faisiez déjà à l'école primaire ? Ou c'est simplement depuis la 6e ?

E : Que depuis la 6e parce que euh ben enfin, y avait souvent des gens pour venir me récupérer.

C : D'accord. Ok. Alors est-ce que tu pourrais ouvrir tes cahiers, ou ton porte-vues et me dire s'il y a un exo qui va tomber à coup sûr, tu dirais c'est quoi ?

E : Euhh

C : Je suis sûr que celui-là il tombe !

E : Celui-là ! Pas le même mais du même genre.

C : D'accord.

E : Donc les conversions là.

C : Alors pourquoi celui-là il tomberait plus qu'un autre ?

E : Déjà le prof il nous l'a montré pour le contrôle.

C : Oui OK.

E : Et parce que c'est un des trucs les plus importants du chapitre.

C : D'accord. Alors pourquoi selon toi c'est le truc le plus important ?

E : Là parce que ça nous sert aussi dans la vie comme l'aire pour trouver et tout ça, quand tu fais les travaux.

C : D'accord. *blanc*

C : OK et alors pour réviser quel matériel tu utilises ? Est-ce que tu utilises tes cahiers ?

E : Chez moi j'ai un petit classeur où je me fais un peu comme des fiches bilan et je me fais des phrases avec ça pour bien m'en souvenir lors du contrôle.

C : D'accord. Et donc comment tu les choisis tes phrases ?

Soit quand y a des mots surlignés truc droite ; demi-droite ; segment et aussi ce qui est le plus important pour moi aussi.

C : D'accord. Pour toi par exemple pour les aires périmètres c'est quoi le plus important ?

E : Ben les formules.

C : OK.

E : Tous les trucs avec le pi et à chaque fois le centimètre carré, le petit nombre c'est le nombre qu'il y a de colonnes dans le tableau.

C : Ah le petit 2 tu veux dire ?

E : Oui 2 ou 3.

C : OK.

E : Euh après euh je sais pas. *Blanc*

C : Alors les formules ça serait les formules de quoi ?

E : Ben celles-là là. Par exemple pour faire l'aire on fait, pour le rectangle on fait longueur fois largeur, pour le périmètre on fait soit longueur plus largeur plus longueur plus largeur, tout ça.

Pour les triangles la base par la hauteur associée divisée par 2. Pour le triangle rectangle tout ça.

C : Mmh

E : Et après pour calculer l'aire d'un cercle, pour calculer le périmètre d'un cercle et calculer l'aire d'un disque.

C : Mmh

C : Tu peux m'expliquer ces figures ? Pourquoi y'en a plusieurs là ?

E : Parce que c'est pas le même genre de triangle.

C : Mmh. Ok

Alors s'il y avait un chinois qui arrivé dans ta classe qui sait pas du tout, qui connais pas du tout le système français, comment on fait les maths en France. Quel conseil tu lui donnerais pour bien apprendre ses maths ?

E : Ben.

Marquer les mots, je trouve ça bien de marquer les mots.

C : C'est important ?

E : Oui.

C : D'accord. Est-ce que tu lui dirais autre chose ? *Blanc*

E : Il faudrait qu'il écoute en classe aussi.

C : Mmh. *blanc*

C : Tes parents ils te donnent des conseils pour bien travailler en maths ? Ou pas ?

E : Oui en maths et dans toutes les matières et tout.

C : Qu'est-ce qu'ils te disent ?

E : Ben euh qu'ils m'aident pour faire les devoirs…euh pour chercher les mots

enfin les plus importants.

C'est mon père qui m'a donné cette idée et depuis je le fais tout le temps !

C : ça t'est resté ?

C : C’est quelque chose que tu fais aussi dans les autres matières ? Ou que en maths ?

E : Dans les autres matières aussi.

C : D’accord.

C : Est-ce que ça t’arrive de discuter dans les couloirs avec les copains ou … de maths ?

Ou quand tu viens l’école ?

E : Mmh oui.

C : Tu dirais que ça t’arrive, peu, souvent, jamais, régulièrement ?

E : Ben assez souvent.

E : Plutôt souvent, parce qu’on parle de ce qu’on a fait dans notre cours tout ça les maths,

C : D’accord. Et donc plutôt avec qui ? Plutôt avec les copains ?

E : Avec les copains.

C : Et avec le prof aussi ça arrive ?

E : Non. Je vois pas…Les copains.

C : Euh… parents aussi ?

E : Ah oui.

C : Alors je vais te donner des phrases « apprendre par cœur la leçon mathématique » c’est utile ou inutile ?

E : Ben ça dépend laquelle.

C : Pourquoi ça dépend laquelle ?

E : Par exemple les formules il faut les apprendre par cœur.

C : Ouais.

E : Mais euh, par exemple le truc du périmètre faut pas le savoir par cœur, le périmètre d’un rectangle et tout ça.

C : D’accord. OK. « Connaître les explications en mathématiques » c’est utile ou inutile ?

E : Utile.

C : OK pourquoi ?

E : Ben. Les explications c’est ça ?

Ah ben non ! C’est pas utile du coup !

C : C’est pas utile ?

E : Je croyais que c’était les explications ce qu’on disait dans le cours.

C : Ah, alors attends.

E : Moi je croyais que c’était ça, les formules tout ça.

C : Les explications c'est comment ça fonctionne, pourquoi ça marche ?

C'est ça les explications en fait.

E : Je suis perdu.

C : Tu sais pas ? OK.

« Résoudre des problèmes compliqués » c'est utile ou inutile ?

E : Bah c'est utile parce que ça nous apprend à travailler plus dur.

C : « Résoudre des problèmes simples » utiles ou pas utiles en mathématiques ?

E : Ben inutile.

C : D'accord. Pourquoi c'est inutile ?

E : Parce que si tu fais des problèmes durs avant tu vas tout perdre dans les problèmes simples.

C : D'accord.

Deux questions, est-ce que tu stresses toi pendant les contrôles ?

E : ça dépend lesquels.

S'il y en a que je sais et que j'ai vraiment très très bien appris là je ne stresse pas parce que je sais que je vais avoir une bonne note.

C : Mmh

E : Il y a des contrôles par exemple où j'ai été malade j'ai oublié d'aller regarder sur l'ENT.

et là ben y' a contrôle et du coup ça me stresse.

C : D'accord. C'est plus des situations quand tu es malade ou tu as pas eu le temps d'aller regarder sur l'ENT.

E : Oui voilà.

C : Mais quand tu es tout le temps là qu'il y a rien de spécial, mmh ça va ?

E : J'apprends par cœur et des fois comme j'ai du stress et bah pendant le contrôle j'oublie tout !

Comme les définitions d'histoire.

Parce que pour le contrôle d'histoire les définitions je le connais super bien, avec le stress j'oublie.

C : OK avec le stress tu oublies tes définitions.

Comment tu l'as trouvé chapitre sur les aires par rapport aux autres chapitres ?

E : Ça va j'ai bien aimé mais j'aime bien les périmètres mais les aires j'aime pas.

C : Ah bon ! Pourquoi ?

E : J'ai pas jamais trop aimé les aires. *Blanc*

C : OK et bien merci.

E : Merci. Au revoir.

ANAELLE (12,3 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

E : Bonjour.

C : Bonjour, tu peux t'installer là si tu veux.

C : Alors comment tu t'appelles ?

E : Anaëlle

C : Anaëlle. Alors Anaëlle comment ça se passe le collège par rapport à l'école ?

E : Ben c'est bien.

C : C'est bien ? Tu habites loin ? Tu viens en bus ? À pied ?

E : Oui oui je viens en bus scolaire.

C : En bus scolaire. Tu as combien de trajet à peu près ? T'en as beaucoup ? Plutôt une heure plutôt 10 minutes ? Plutôt…

E : Entre 10 et 15 minutes.

C : D'accord tu n'as pas beaucoup de trajet, ça va. OK, est-ce que tu manges la cantine ?

E : Oui.

C : Oui, c'est bon la cantine tu trouves ?

E : Ben des fois oui, des fois non. Ça dépend.

C : ça dépend des jours.

E : Oui.

C : Est-ce que tu as beaucoup de copines, copains ?

E : Oui.

C : Oui ? Alors comment tu trouves ton année en maths ? Tu trouves que tu débrouilles bien ? Cette année, moyen ?

E : Je trouve que je me débrouille mieux cette année que l'année dernière.

C : Donc tu trouves plus facile cette année ?

E : Oui.

C : Qu'est-ce qui change entre l'année dernière et cette année ?

E : Ben, pour les maths ?

C : Oui pour les maths.

E : L'année dernière je comprenais pas trop enfin… je sais pas comment expliquer enfin.

Je sais pas comment dire, en fait. *Blanc*

C : ça te paraissait plus compliqué, on va dire.

E : Oui plus compliqué

C : Vous avez un contrôle lundi c'est ça ?

E : Oui.

C : C'est sur quoi ce contrôle ?

E : Les périmètres, les conversions et les aires.

C : D'accord. Est-ce que tu as commencé à réviser ou est-ce que tu vas réviser ce week-end ?

E : J'ai relu plusieurs fois pendant les vacances et des fois ma maman elle me fait des exercices pour savoir si j'ai bien compris ou bien appris.

C : Et alors ta maman les exercices, elle les prend où ? Comment elle fait ?

E : Ben en fait, elle prend exemple sur les cahiers et et… après elle écrit les questions sur une feuille sur l'ordinateur après elle les imprime et j'écris. On corrige ensemble pour voir si je ne me suis pas trompée. Ce que je sais plus à la fin on regarde et des fois elle me fait refaire les exercices.

C : D'accord, donc en général tu te souviens bien ?

E : Oui.

C : Comment tu sais si c'est juste ? C'est maman qui corrige ? C'est toi qui corriges ?

Comment tu fais ?

E : Ben au début je enfin je vais voir la leçon après des fois je lui récite. Après je marque ce que je pense après si c'est bon je laisse et si c'est pas bon on corrige, en regardant mon cahier.

C : D'accord. Est-ce qu'il y a un exercice où tu es sûre que ça peut tomber, tu peux ouvrir tes cahiers, ou me dire…

Là-dedans un exo, je suis sûre que ça, ça va tomber. *Elle tourne les pages.*

E : Les conversions.

C : Alors les conversions ça, ça va tomber.

E : Oui. Je pense. Et ça aussi. Enfin, les triangles et les rectangles pour trouver l'aire.

C : Tu peux m'expliquer comment on fait pour trouver l'aire ?

E : Pour trouver l'aire d'un rectangle on fait la largeur fois la longueur.

C : D'accord.

E : Et, pour un triangle on fait, déjà on trace la hauteur associée, on trouve la base il faut que ça soit perpendiculaire, après on trace le rectangle autour en passant par le sommet, on fait le triangle, enfin la hauteur associée fois la base et on divise par 2 comme c'est le triangle.

C : D'accord. OK.

E : Et pour le périmètre, et bien faut additionner les longueurs pour calculer le périmètre.

C : D'accord.

E : Après il y a aussi pour les cercles, les cercles c'est …

C : C'est pas pareil les cercles ?

E : Non. Pour le périmètre on fait le diamètre fois 3,14. Et pour l'aire, on fait 3,14 fois rayon et encore fois rayon.

C : Mmh. D'accord. Ok.

Qu'est-ce que tu utilises, donc tes cahiers, ton cahier du jour, ton porte-vues, l'ordinateur, vous allez sur l'ordinateur. Est-ce que tu utilises autre chose pour réviser ?

E : En maths pas trop mais des fois, maman en français elle m'achète un bled des fois. C'est pas tous les ans mais elle m'achète des petits cahiers. Elle m'achète des petits cahiers pour réviser. Pour que je me souvienne pour l'année prochaine par exemple. Là j'ai un cahier de, quand je comprends pas bien les leçons en français ou euh…Oui en français je regarde il y a un petit cahier pour les leçons et un petit cahier pour les exercices.

C : D'accord. Et en maths tu n'en as pas de cahier comme ça ?

E : Non.

C : D'accord. Euh, ta maman, tes parents, elle te donne des conseils pour bien travailler en maths ? Qu'est-ce qu'ils te disent ?

E : Ils me disent déjà de bien écouter.

C : Mmh

E : Je fais ça et euh c'est surtout, des fois quand j'étais malade c'était papa qui m'expliquait parce que j'étais pas là donc euh…

Il y avait une copine qui m'envoyait en photo les cours et papa, il m'expliquait.

C : D'accord. OK.

Alors s'il y a un chinois qui arrive dans ta classe qui ne connaît rien au système français, il est complètement perdu. Qu'est-ce que tu lui donnerais comme conseils pour l'aider ? Qu'est-ce que tu lui dirais en maths ? Comment il faut faire ?

E : Ben je lui dirais…euh de bien comprendre les leçons, déjà.

C : D'accord

E : Euh. Je lui dirais d'écouter ce qu'il dit.

C : Ce qu'il dit, c'est… euh ? Le professeur tu veux dire ?

E : Oui.

C : D'accord.

E : Enfin les leçons ils nous les lit tout le temps avant de nous les donner et nous les explique.

C : Les leçons Monsieur C…il est lit et en même temps les explique c'est ça ?

E : Oui.

C : Du coup il faut bien écouter.

E : Oui.

C : OK. Alors ce chapitre sur les aires par rapport aux autres chapitres, tu l'as trouvé facile, difficile, pareil que les autres ? Comment tu l'as trouvé ?

E : Au début comme je savais pas beaucoup de choses sur les aires je comprenais pas bien mais après en relisant plusieurs fois les fiches et en écoutant bien ce qu'il disait je comprenais.

C : D'accord.

C : Parce que vous l'aviez pas beaucoup fait à l'école, peut-être ?

E : Ben on avait fait plus les aires et les périmètres mais les conversions on n'avait pas fait.

On avait fait un petit peu mais pas énormément.

C : D'accord. Est-ce que tu discutes de temps en temps je sais pas dans les couloirs, dans la cour avec tes copains de maths ?

Sur un ton gêné.

E : Bah oui. Des fois je leur demande s'ils ont compris. J'ai une copine dans le bus qui n'est pas dans la même classe, elle est pas dans la même classe mais… ça dérange pas ?

C : Oui vous pouvez en parler quand même.

E : Oui je lui demande des fois.

E : Je sais qui elle a en maths et je lui ai expliqué comment on faisait.

De nouveau, Anaelle prend un air gêné.

Bah c'est pas qu'elle savait pas comment travailler, des fois on s'aide entre elle et moi.

On se montre les cours aussi.

C : Oui et alors, toi tu dirais que tu travailles comment en maths ?

E : Que je travaille bien !

C : Ouais

E : Que j'ai pas trop de difficultés !

C : Mmh

E : C'est une de mes matières préférées !

C : D'accord. Alors c'est plutôt avec les copains que tu parles, c'est aussi avec tes parents ? De maths ou c'est plutôt les copains ?

E : C'est plus avec papa et maman quand même.

Ils me demandent combien j'ai eu en maths, si j'ai bien compris la leçon, mais ils me le demandent pour toutes les matières aussi.

C : D'accord OK. Alors je vais te donner des phrases « apprendre par cœur les leçons en mathématiques » c'est utile ou inutile ?

E : Bah c'est utile pour s'en souvenir mais mais quand on apprend par cœur on sait pas forcément ce que ça veut dire.

C : D'accord, ça c'est quelque chose que tes parents te disent ? Ou c'est toi qui te le dis, ça tu le sais parce que….

E : Ben en fait j'apprends que comme ça aussi.

J'apprends pas comme une poésie j'apprends pas par cœur, j'apprends l'essentiel.

Par exemple j'apprends si on a un contrôle ou que je dois apprendre la leçon par exemple sur la somme, le résultat d'une addition quand maman me demande de réciter je lui dis la somme c'est le résultat de l'addition mais par exemple les exercices je les apprends pas par cœur

C : D'accord.

E : Parce que moi et mon papa on trouve que ça sert à rien.

On sait les faire mais on les apprend pas. A part s'il nous demande d'apprendre un exercice.

C : OK. « Connaître les explications en mathématiques » c'est utile ou inutile ?

E : C'est utile pour comprendre ce que ça veut dire !

C : D'accord. « Résoudre des problèmes compliqués c'est utile pas utile ? »

E : Mais un exercice ?

C : Oui résoudre des exercices compliqués pour toi pour réviser les maths c'est utile ou pas utile ?

E : Ben des fois c'est utile pour bien comprendre pour si on sait bien les maths.

Par contre si on ne sait pas bien et qu'on comprend pas, ça sert à rien de les faire parce qu'on sera pas trop faire, il vaut mieux faire des faciles.

C : D'accord. Et « résoudre des problèmes simples » en mathématiques c'est utile ou inutile ?

E : Si on est fort c'est inutile, si on comprend pas les maths, c'est utile pour bien apprendre les leçons pour comprendre.

C : Alors toi tu stresses beaucoup pour les contrôles ou pas ?

E : Non.

C : Non pas trop ?

E : Des fois mais pas trop.

Pas trop en maths parce que je sais que je suis pas nulle et que je comprends bien.

Par exemple, en français je suis moins forte et des fois je stresse.

C : OK merci beaucoup. Je te remercie

E : Au Revoir.

C : Au revoir.

COLINE (3,5 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Coline, c'est ça ?

E : Oui.

C : Alors, Coline comment s'est passé ce contrôle ?

E : ça va.

C : OK. Tu as reconnu des choses que tu avais faites, ou pas ?

E : Mmh…oui

C : Comment tu as fait pour réviser ?

E : Ben des exercices.

C : Quels exercices ?

E : Ben un exercice on devait les faire mais comme il y avait un exercice compliqué avant, du coup j'ai pas eu le temps de les terminer.

C : D'accord. Comment tu as fait pour réviser ? Avec quoi ? Cahier ? Porte-vues ? Autre chose ?

E : Ouiais porte-vues.

C : Tu as fait quoi ?

E : J'ai relu plusieurs fois et après j'ai récité.

C : Tu as récité à qui ?

E : à papa et à ma belle-mère.

C : Comment ils te font réciter ?

E : Ben ils prennent le porte-vues et je récite tout en une seule fois.

C : Et tu y arrives ?

E : Oui, sinon, c'est que je ne sais pas la leçon.

C : Tu récites tous les mots de la leçon ?

E : Non juste ce qui est souligné ! L'important !

C : Tu me dis que tu as fait des exercices. Quels exercices tu as fait ? C'était lesquels ?

E : J'avais fait beaucoup de conversions.

C : Par exemple, 150 dm^2 comment tu fais pour convertir en m^2 ?

E : Une virgule…ah non…cent …*blanc*

C : Comment tu fais ?

E : Je fais un tableau.

C : Dans ta tête ou tu l'écris ?

E : Je l'écris.

C : C'est ce que vous faisiez l'année dernière ?

E : Oui.

C : C'est que vous avez fait avec M C. ?

E : Oui.

C : Tiens, comment tu fais ton tableau ?

E : Je le fais tout entier ?

C : Comme tu veux ! Tu fais comme tu veux ! *Elle trace son tableau* en entier.

E : Alors 150 dm² on fait 1,50 m² du coup.

C : alors 150 dm² ça fait 1,50 m² oui ! C'est ça ! et 0,2 dam² ?

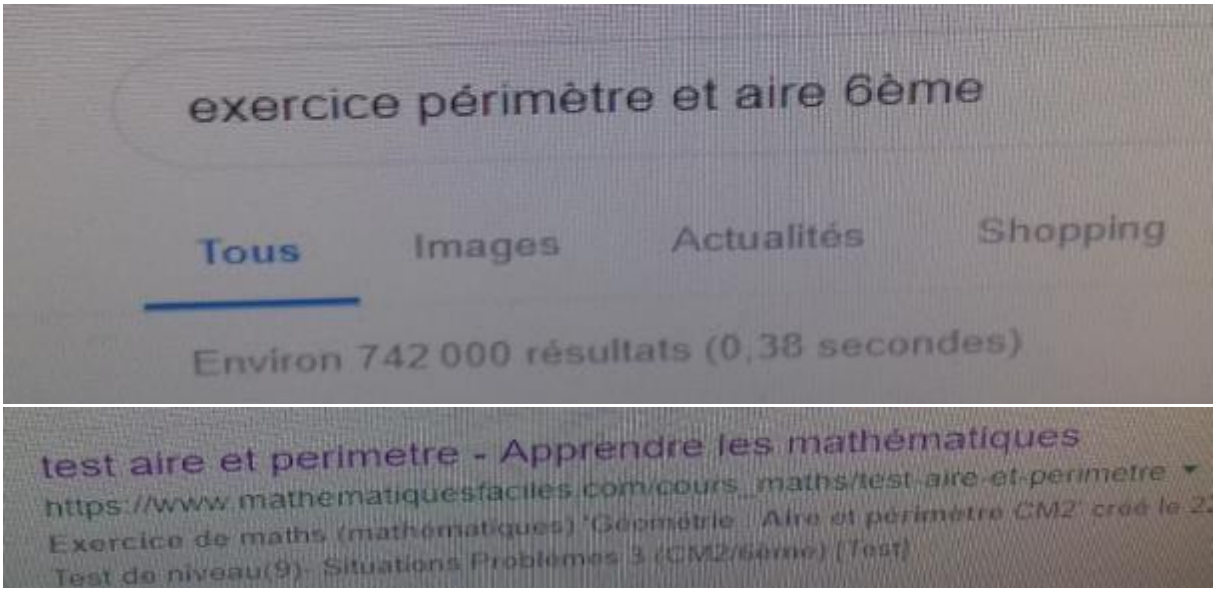
E : 0,2 dam² on enlève la virgule, ça fait 20 m².

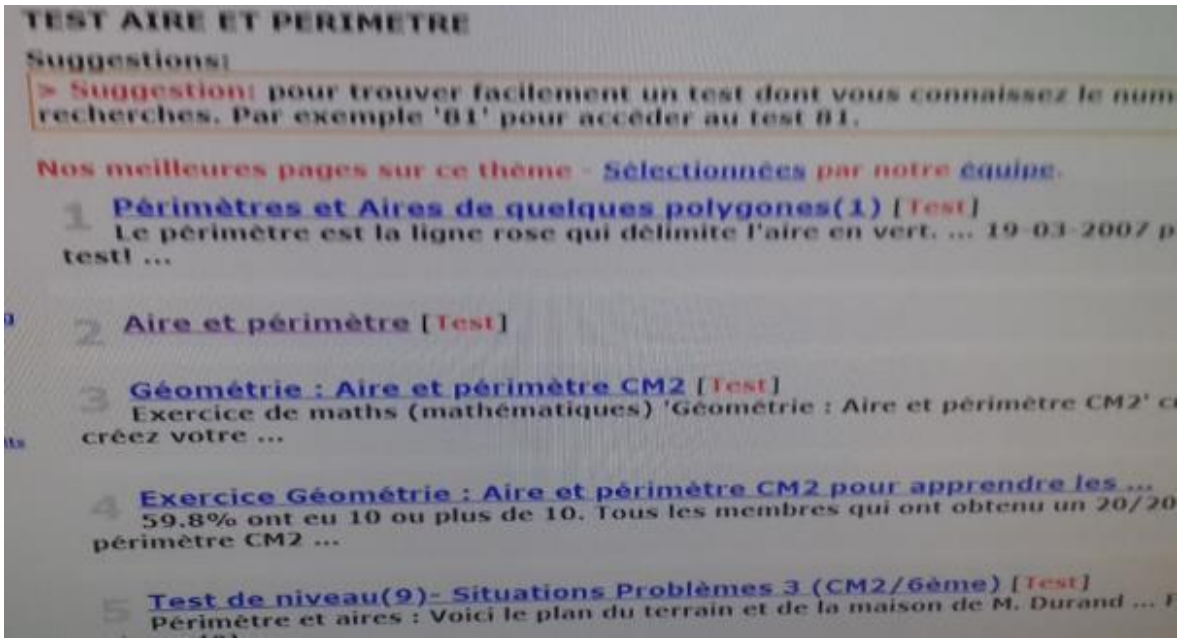
C : Comment tu as fait pour réviser les conversions ?

E : Je suis allée sur la tablette sur internet.

C : Tu peux me montrer ? Il y a un ordinateur ici.

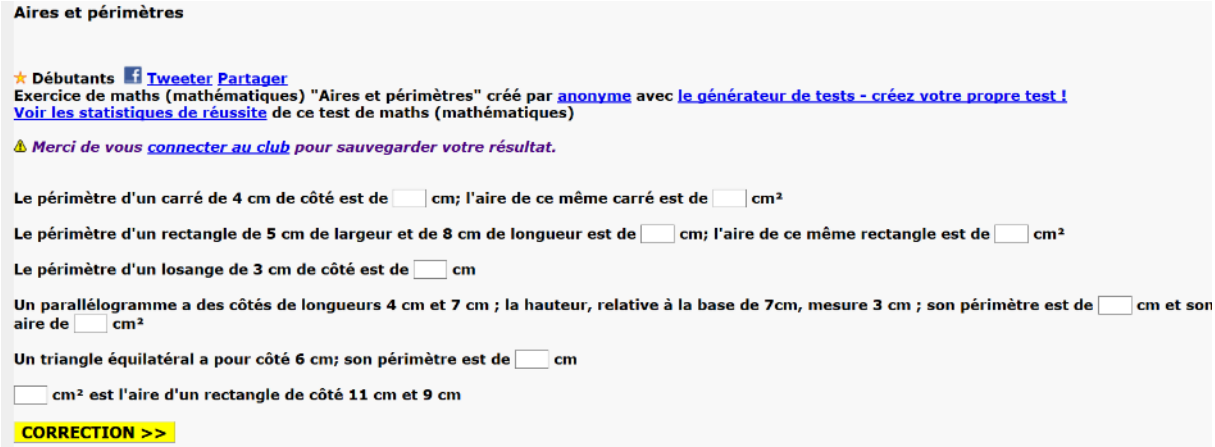
E : Oui. ***Elle montre. Ce qu'elle a fait. Elle tape sur le moteur de recherche.***





C : Comment tu sais que c'est celui-là ?

E : Je sais parce qu'il y a écrit TEST et que je le reconnais, c'est 6e.

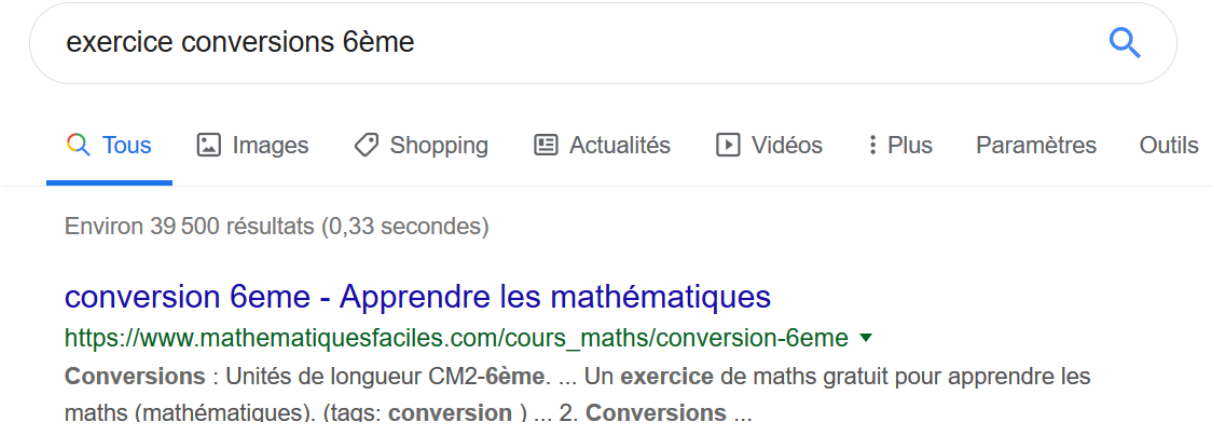


C : Et après comment tu fais ?

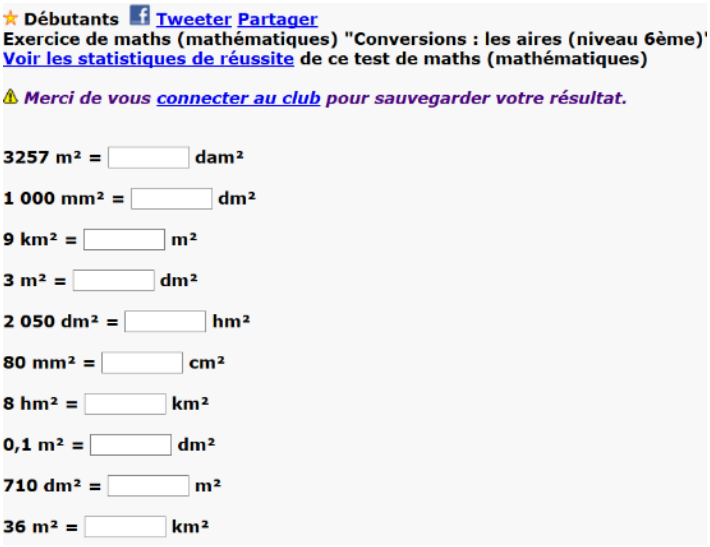
E : Je fais l'exercice et je regarde après la correction.

C : D'accord. Et tu en fais d'autres ? Je veux dire des exercices ?

E : Oui. J'ai surtout fait les conversions. ***Elle me montre.***



Elle utilise le même site.



C : D'accord et ici comment tu fais ?

E : Ben je fais le tableau sur une feuille et ma tata m'aide. Elle m'explique comment mettre dans le tableau.

C : Autre chose ?

E : Ben j'ai fait les exercices de ma tata, les photocopies.

C : C'était quoi ces exercices ? Tu les as encore ?

E : Il fallait faire des calculs.

C : Des calculs d'aires ? De périmètres ? De quoi ?

E : Oui.

C : Quelles figures ? Tu te souviens ?

E : Toutes mais y'avait pas des comme ça. J'avais pas révisé. *Elle montre le triangle quelconque*.

C : Et des comme ça ? *Je montre le triangle rectangle.*

E : Oui, ça oui. Je savais.

C : D'accord. Alors, on regarde ta copie ensemble. Alors le premier exercice, je te laisse un peu regarder peut-être…*Blanc*

C : Alors, on regarde ensemble ? L'exercice un, qu'est-ce que tu as fait comme erreur ? *Blanc*

C : Tu t'es trompée où ? *blanc*

C : Dans les conversions. Du coup ton total n'était pas bon.

Alors après, le périmètre du rectangle est juste. L'aire du rectangle, comment calculer l'aire d'un rectangle tu t'en souviens ?

E : On fait fois pi.

C : Non.

Elle regarde son cahier. Blanc

C : On fait longueur fois largeur. Donc ça aurait dû être…***long blanc*** …. 5 × 3, oui ?

C : Après le triangle rectangle, le périmètre tu as fait juste. Et l'aire ?

Tu as fait 6 × 8.

E : c'est 6 × 8, 48 et on divise par 2, 24.

C : oui sauf que tu ne l'as pas écrit, qu'est-ce que tu as écrit ?

E : 6 × 8 égale 24.

C : Qu'est-ce que tu as oublié ? ***Blanc***

C : Tu n'as pas écrit la division par 2. C'est dommage, tu as oublié de marquer qu'il fallait diviser par 2.

C : Alors après pour le périmètre : 2,8 + 4,5 + 6 + 2. Ah on ne le compte pas celui-là. Il faut faire le tour.

C : Et donc l'aire ? Alors comment tu fais pour l'aire du triangle ?

E : euh…euh…

C : 2 × 6, ça fait ?

E : 18

C : Non 12 …et ……*blanc* …et divisé par 2, 6.

C : Vous aviez la calculette ? Ou pas ?

E : Non j'ai fait les calculs derrière.

C : Là tu as fait une erreur de calcul. On reprend le calcul. Refais-le.

E : *inaudible ...elle refait sa multiplication.*

C : Et là il faut additionner !

E : Ah oui mins !

C : Tu n'es pas trop déçue ?

E : Un petit peu mais après, c'est ma faute.

C : Tu as fait des erreurs, pour la prochaine fois, tu y penseras.

CORALIE (8,8 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Assieds-toi. C'est Coralie. Ok.

Tu penses avoir réussi, Coralie, pas trop ? Qu'est-ce que tu en penses ?

E : Je pense que j'ai pas vraiment réussi. *Je lui donne sa copie.*

C : La moyenne ça serait combien ? Puisque c'est sur 17 ? *blanc*

C : On divise par 2.

E : 4, non ?

C : Non, c'est 8,5. Allez 7,5 on n'est pas loin de la moyenne.

C : On va regarder ensemble tes erreurs. Qu'est-ce que tu as fait ? *Elle regarde sa copie.*

E : J'ai pas du tout compris mes erreurs.

C : Le premier, tu n'as pas compris ?

E : Non.

C : Ok.

C : Pour le premier exercice, qu'est-ce que tu as fait ?

E : J'ai converti.

C : Tu n'as pas marqué de calcul, comment tu as trouvé ça, là ?

E : Ben, j'avais écrit sur une feuille de brouillon.

C : Ah d'accord. Comment il faut faire ?

E : Sur le tableau j'ai tout converti en mètres carrés, mais je m'en rappelle plus.

C : Montre-moi comment tu fais tes tableaux.

E : Ben je l'ai derrière.

C : Ah, ben tu l'as derrière. *On tourne la feuille.*

E : Mais j'ai pas tout.

C : Alors 0,2 dam².

Elle a placé le 0 dans la colonne de gauche des dam² et le 2 dans la colonne de droite des dam².

C : Ici tu n'as pas fait juste *(aire du triangle).*

E : Ben on fait 6 fois 8.

C : Comment on fait pour calculer l'aire du triangle ?

E : ben on fait longueur fois largeur 6 fois 8.

C : Comment tu as fait pour réviser ?

E : J'ai fait la leçon et des exercices. C'est maman qui m'a fait récitée.

C : Quelle leçon ? *Elle prend son porte-vues (œuvre O_{1A}).*

C : D'accord. Comment elle te fait réciter ? Tu me montres ?

E : Elle lit le début « Pour calculer le périmètre d'un polygone, on …et moi je continue. »

C : Elle le fait pour toute la leçon ?

E : oui, enfin j'sais pas. Oui je crois.

C : Tu as fait autre chose ?

E : Ben oui, après c'est le tableau. *(elle montre la mise en application œuvre O_{2B})*

C : Comment tu as fait ?

E : Ben je prends un brouillon, et ben j'écris les questions et aussi la réponse …

C : Comment tu vérifies si c'est juste ?

E : C'est maman qui vérifie.

C : Donc ta maman a vérifié si c'était juste et c'était juste ?

E : Non…ben là elle a pas eu le temps. Il fallait qu'elle s'occupe de mon frère.

C : Tu as fait autre chose ?

E : Non.

C : On reprend le contrôle, ici. *Blanc*

E : Là 3,14 fois 10 c'est le diamètre.

Et pour multiplier par 10 on rajoute un zéro.

C : Ah.

E : Et là je me suis trompée aussi dans les conversions. 300 m j'ai voulu le mettre en dam.

C : Ah oui mais là tu as inversé cm et dm. Je lui montre.

E : Ah…j'ai inversé.

C : Je te laisse partir, je te remercie.

Reprise avec Coralie

C : Est-ce que tu pourrais me réexpliquer ce que c'est pour toi, des fiches méthodes ? Pour toi, c'est quoi ?

E : Ben en fait, M C il nous fait pas que des leçons, il nous donne des techniques pour apprendre, il nous donne des cartes mentales et des tableaux.

C : D'accord.

E : Et on met ça dans un porte-vues. Mais je sais pas ….

C : Et donc c'est ça que tu appelles des fiches-méthodes ?

E : Mmh

C : Tu peux me montrer ? *Elle amène son porte- vues.*

E : Ben c'est comme ça par exemple. Et ça c'est des fiches –méthodes.

C : Ah d'accord.

E : Parce que après, après il nous donne une leçon, une leçon, et à côté il nous met une mise en application à la maison et après pour apprendre sans tableau avec carte mentale.

C : Et ça c'est quoi ? Une carte mentale ? Un tableau ?

E : Ben non c'est juste la mise en application c'est un tableau, c'est pas.

C : D'accord. Et sur les aires tu as utilisé une carte mentale ?

E : Ah oui sur les aires, non, je sais pas.

C : Donc c'est ça que tu appelles les fiches méthodes. Et est-ce que tu en fait toute seule ou tu prends celles de M C. ?

E : Ah non ! Chez moi, c'est les parents qui font ! Et ils me font faire les exercices.

C : Comment tu t'en sers ?

E : Ben en fait ça dépend des fois. Des fois, quand je comprends la carte mentale, ben je fais avec la carte mentale et sinon je fais avec le tableau.

C : Là par exemple tu retiens quoi ? Comment tu fais ?

E : Ben là ils expliquent les fractions.

Là c'est les fractions égales et comment décomposer le quotient, la définition, l'abscisse et le partage.

C : D'accord

E : C'est le but, on peut peu à peu pour apprendre plutôt que d'apprendre tout d'un coup !

Ça évite de tout apprendre.

C : Et ça, ça t'aide à apprendre peu à peu ?

E : Ben j'sais pas c'est plus facile. Ça aide plus par exemple.

Ben parce que des fois j'arrive pas à apprendre très bien mes leçons. C'est pour ça que …*Blanc*

C : Lesquelles tu as utilisées ?

E : ça et ça et ça …*elle tourne les pages (fractions, cercle et segment, droite, demi-droite)*

C : Ok

E : Ah oui il fait aussi souligner les mots importants aussi.

C : Et ça, tu t'en sers du fait qu'on souligne ?

E : Ben oui, c'est plus pratique. Ben mon frère il a un autre prof de maths et par exemple il font que écrire et du coup il arrive pas à apprendre parce que …*Blanc*

Alors que nous il nous les lit, il nous explique et après on souligne les mots.

Mon frère ils font écrire tout le temps.

C : Il est dans le même collège ?

E : Oui.

C : Il est plus grand ? Il est en quelle classe ?

E : Non il est au CM2 et il a un autre prof.

C : Ah d'accord.

E : Parce qu'au CM2, moi c'était pareil, ben…il m'expliquait pas.

C : Ah et alors, comment cela se passait ?

E : Ben en maths on faisait des fichiers d'exercices tout le temps et toujours.

Et il fallait faire des fiches et toujours plus de fiches et moi ben je comprenais pas. Alors qu'avec M C…eh ben c'est pas pareil, il explique.

C : Donc tu préfères la méthode de M C.. ?

E : Oui. Ben après du coup j'ai arrêté.

C : Comment ça, tu as arrêté ? Tu as arrêté quoi ?

E : Ben j'ai arrêté les maths. *Blanc*

E : Oui avant en CE2 j'aimais bien et puis après vers le CM1 ben j'ai arrêté.

C : D'accord. Merci. Je te remercie Coralie.

ANAELLE (12,4 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour, tu penses avoir réussi ton contrôle ?

E : mmh, oui.

C : Oui ?

E : Oui.

C : Je te donne ta note. *Elle regarde sa copie.*

C : Là qu'est-ce que tu as fait comme erreur ?

E : J'ai oublié la parenthèse.

C : On revient sur le triangle.

E : ah oui, j'ai pas divisé par 2.

C : Eh oui. Pourquoi faut-il diviser par 2 ? *Blanc*

E : Ben parce que là il y a un rectangle …

E : là j'ai encore oublié de diviser par 2.

C : Et oui. Comment tu avais fait pour réviser pour ce contrôle ?

E : Ben chez moi j'apprenais et et… après j'ai fait un peu d'exercice.

C : Quels exercices tu as fait ?

E : *elle ouvre son cahier* Ben, ici*. (œuvre O_{2A})*

Mais le triangle je ne m'en souvenais plus. J'en ai fait pas beaucoup, …qu'un.

C : Quand tu dis que tu fais les exercices, montre-moi comment tu fais.

E : ben…*blanc* …je les lis et j'essaie de comprendre.

C : Comment tu fais pour essayer de comprendre ?

E : je sais pas …je fais les exercices sur une feuille.

C : Quand tu dis avant les exercices j'apprenais, c'est quoi que tu apprenais ?

E : euh …la leçon. Celle-là. *(œuvre O_{1A})*

C : Comment tu l'apprends ?

E : Je l'ai lu une fois lentement. Maman était pas là pour me faire réciter.

C : On revient au contrôle. Comment tu calcules ? Vous aviez le droit à la calculette ?

E : Non. J'ai fait les calculs derrière. Je me suis trompée dans les calculs.

C : On revient au début. Qu'est-ce que tu as fait ?

E : Ben ….j'ai mis en m².

Elle a mis une seule colonne dans son tableau et le zéro est mal placé.

C : Ah oui tu as mis qu'une colonne. (*Je lui montre avec les deux colonnes)*

Ok tu veux dire autre chose ?

E : Non

C : Bon, merci.

ISMAEL (14,7sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour, Ismael. Ça s'est bien passé le contrôle ?

E : Oui ça va.

C : Voilà, je te laisse regarder un peu ta note. *Je lui donne sa copie. Blanc*

Tu es plutôt content de toi, déçu ? Qu'est-ce que tu penses de cette note ?

E : Bah je suis un peu déçu.

C : Un peu déçu ? On essaie de regarder ensemble les erreurs.

Là c'est juste. Où sont tes erreurs ?

E : 150 dm² ça fait en m²…. De

C : Montre-moi comment tu fais pour convertir.

E : Ben je place dans le tableau, et après je déplace la virgule.

C : Ton tableau tu l'avais fait au brouillon ?

E : Je l'ai fait derrière.

C : Ah. *Je tourne la feuille. On regarde son tableau. 0,20 (lecture de son tableau)*

C : Montre-moi comment tu convertis 150 dm² avec ton tableau.

E : Il complète le tableau. Ça fait 1,50 m².

C : Est-ce que tu peux me convertir 0,2 dam² ? en m² ?

E : C'est 0,2 ?

C : Oui 0,2.

E : Le zéro on le met là ? *(hésitant)* Après on plie comme ça.

C : On ?

E : Ben … *blanc*

C : ça fait combien de m² ?

E : 2.

C : Non.

E : Ah ! 0,20.

C : Oui et là ? Qu'est-ce que tu as fait comme erreur ?

E : Je sais pas, c'est les unités. *Blanc*

C : Pourquoi c'est faux ? *Blanc*

E : Je sais pas. Je comprends pas.

C : Regarde ce que Monsieur … a marqué !

E : Oui mais je comprends pas. Avec mon copain, on avait dit pourtant comme ça.

C : C'est-à-dire ? Tu peux m'expliquer ?

E : Ben ...on avait fait un jour un exo ensemble et on avait parlé de ça et on avait dit c'est important les unités, faut les écrire.

C : Quel copain ? Celui chez qui tu vas le soir après l'école ?

E : Oui, on avait fait nos devoirs et lui, il m'avait dit : faut écrire les unités à la fin.

C : Oui, il faut les écrire mais aussi dans le calcul, pas seulement à la fin. Lis ce que monsieur C. a écrit.

E : Oui.

C : Et là ? Comment tu fais tes calculs ?

E : Je l'ai posée derrière.

C : Ah oui. Et 25 fois 3,14 tu ne l'as pas posée ?

On regarde la feuille derrière. Il a posé 5 ×3,14.

E : Non, j'ai fait *(inaudible)*

C : Comment tu as fait pour réviser ?

E : J'ai appris par cœur, les formules.

C : D'accord tu as appris par cœur.

E : Mais c'était facile parce que c'était logique.

C : Ah, pourquoi c'était logique ?

E : Ben déjà parce que j'avais bien écouté en cours. Ben je savais bien les formules et à la maison je les ai relues une fois et c'était bon.

C : Tu les as relues où ?

E : Dans le porte-vues.

C : Où exactement ?

E : Là. *Il désigne la page de la leçon.*

C : Toute la page ?

E : Oui, enfin… je m'arrête surtout sur les formules.

C : Comment ça « je m'arrête » ?

E : Ben je vois les figures dans ma tête et je calcule. J'imagine la longueur, la largeur …*blanc*

C : Il y en a beaucoup qui se sont trompés à l'aire du triangle. Comment tu as fait, toi, pour apprendre cette formule ?

E : ben je sais que si je fais 6 fois 8, c'est l'aire du rectangle donc il faut diviser par deux.

C : Ok. Merci.

E : Au revoir.

C : Au revoir.

ENZO (14,7 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Je te donne ta copie. Je te laisse un peu regarder*. Blanc*

C : Alors plutôt déçu, plutôt content ? Qu'est-ce que tu en penses ?

E : ça va.

C : ça va. On regarde un peu tes erreurs ensemble.

C : Pour l'appartement qu'est-ce que tu as fait comme erreur ? *Il regarde.*

E : Dans les conversions ?

C : Ok.

E : 0,2 dam² je voulais le mettre en m².

C : Oui ok. Comment tu fais, toi pour convertir ?

E : Je prends le tableau, je pose. J'avais une feuille de brouillon je l'avais posé. J'ai mis zéro.

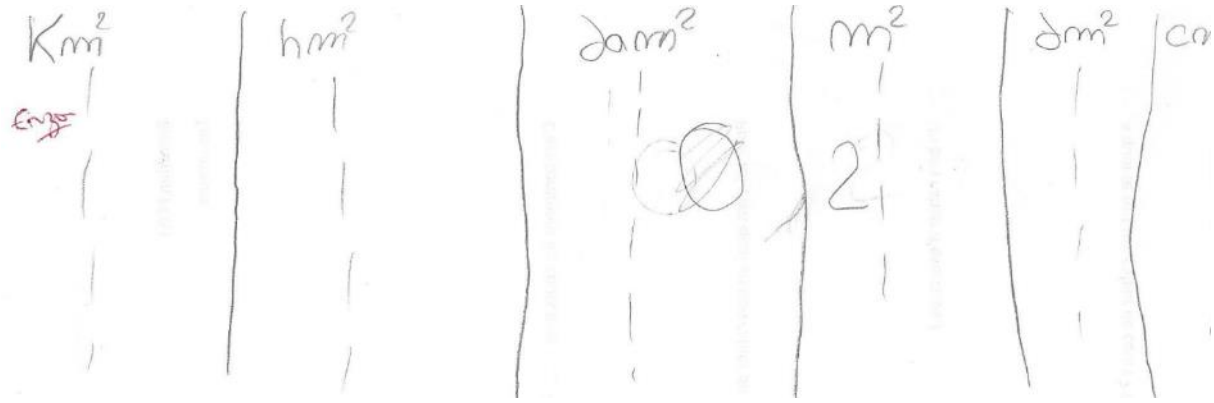
Et je mets tout en mètre carré j'ai enlevé le zéro et la virgule.

C : D'accord. Alors on va le refaire. *Je lui donne une feuille de brouillon.*

C : Tu me refais ton tableau ?

E : Oui.

Il écrit. Il réalise un tableau de conversion avec deux nombres par colonne et il place le zéro au niveau des dam². Lorsqu'il convertit il ne place pas de zéro à droite dans la colonne m². Il trouve 2 m².



Je lui montre un autre exercice sur sa copie.

Alors 10 × Pi c'est ? *(on lit mal sur sa copie)*

E : Je l'ai posé derrière.

C : Ok. On regarde.

C : Ah. On peut aller plus vite non ?

E : Ben au départ j'ai fait comme ça pour calculer.

C : Tu ne connais pas une technique pour multiplier par 10 ?

E : Euh…***Il écrit sur le brouillon 31,14 x 10 et écrit une 2^{e} virgule après le 1 puis abandonne.***

Je me rappelle plus.

C : D'accord. Comment tu te souviens de ce qu'il fallait apprendre ?

E : Ben déjà, j'ai bien écouté en classe. Et j'ai appris.

C : Et comment tu as fait pour apprendre ?

E : Ben j'ai appris, mais pas par cœur. Sinon j'aurai retenu que ça et le reste j'aurai fait tout faux.

C : Alors du coup comment tu l'as appris si c'était pas par cœur ? Comment tu t'en souvenais ?

E : ben là, 8 fois 6 *(il montre le triangle rectangle du contrôle)* ça va donner l'aire du rectangle et comme nous on veut l'aire du triangle, …

Et comme le triangle est rectangle, il faut diviser par deux comme c'est la moitié.

C : Ok. Je te remercie. On a fait le tour de tes erreurs.

Sonnerie

Reprise des entretiens

ENZO Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Enzo. On reprend sur tes révisions du contrôle, si tu veux bien ?

C : D'accord. Tu te souviens…quand tu as révisé ce contrôle… tu as fait comment…

E : Ben c'est maman qui m'a… m'a fait réciter.

C : Qu'est-ce qu'elle t'a fait réciter exactement ?

E : La leçon et après elle m'a fait faire les exercices.

C : Quelle leçon ? *Il ouvre son porte-vues.*

E : Ici puis… ici. Et après j'ai refait les applications à la maison.

C : Lesquelles ?

E : ça et …ça *(mise en application O_{2A} et O_{2B}; aires des figures usuelles et conversions)*

C : D'accord.

C : Comment elle te fait réciter ? Essaie de faire comme elle !

E : Ben… là elle regarde le cahier et elle demande un décamètre c'est quoi ?

Après elle demande 1 m² égal en dm² …des trucs comme ça.

Elle prend tout ce qui est surligné parce que c'est ce qu'est important.

Elle demande l'aire du rectangle c'est quoi ?

Je dis « Longueur fois largeur ».

Et la remarque aussi parce qu'elle est importante pour savoir le périmètre.

C : Ok et après ?

E : Après l'aire d'un triangle et puis cercle et disque, les formules quoi.

C : Et comment tu avais révisé les conversions ?

E : J'ai refait les applications du cours et maman m'a même donné un exercice pour réviser.

Il me montre sur son cahier

6,5dm +5,2 cm essayer de mettre en mm. 4,5 km + 6 dam= en m 22 m + 67 cm = en m »

C : Tu sais où elle l'a pris cet exercice ?

E : Je sais pas.

C : Autre chose ?

E : Non.

C : Merci Enzo.

BOHREN Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour, Bohren c'est ça ? Tu as anglais ?

E : Oui mais c'est bon.

C : OK. Comment tu l'as ressenti ce contrôle ?

E : Moyen

C : Moyen ?

E : Ouais.

C : Je te donne ta note. Tu pensais avoir plus ? ou moins ?

E : Mouais.

C : On regarde tes erreurs ? Où tu as eu faux ? *Blanc*

E : Ici.

C : Pourquoi c'est faux ?

E : J'ai pas bien converti.

C : Comment tu fais pour convertir ? On le refait ensemble ?

0,2 dam² en m². *Il place le 2 au niveau des dam². Les unités sont à l'envers.*

C : Regarde bien ton tableau.

E : Je sais pas…*Blanc ….*

C : Tes unités ne sont pas dans le bon ordre*…autre exercice.*

C : Là, tu as fait une erreur.

E : Oui j'ai voulu tout mettre en km.

C : D'accord en km. Comment tu fais ? *Blanc*

C : Alors 300 m en km. *Il refait son tableau avec les unités dans le désordre.*

C : D'accord. Là encore elles sont dans le désordre. C'est pareil.

Comment as-tu appris ?

E : J'ai refait les exercices donnés par M C...

C : Lesquels ? *Il ouvre ses cahiers.*

E : Ceux-là. *(œuvre O_3)*

C : Et donc tu les as refaits ?

E : Oui et en fait c'était les mêmes.

C : Comment tu les as faits ? Explique-moi.

E : Ah, je cache les réponses et je fais sur mon cahier de brouillon. Après je regarde si c'est juste.

C : Et si c'est faux ?

E : Je cherche pourquoi c'est faux. Je regarde ma leçon.

C : D'accord. Tu as fait d'autres choses pour réviser ?

E : Non.

C : Pourquoi tu as fait celui- là, pourquoi pas un autre ?

E : Parce qu'il l'a dit !

C : D'accord. Pourquoi tu as fait des traits là ? *(rectangle construit autour du triangle)*

Ben il nous a dit quand on calcule il faut faire la hauteur associée.

C : Oui

E : Ben j'ai fait le trait là car …euh j'ai oublié en fait.

E : Euh si ça forme un rectangle. Et ça fait les deux formes. Donc on divise par deux.

C : Ok merci. Bonne journée.

E : Merci. Au revoir.

10.24 Annexe 24 Contrôle de y_2

TEST 12

Exercice 1 Calculer :

$(-24) : (-4) =$ $\quad$ $15 : (-3) =$ $\quad$ $(-21) : 7 =$

Exercice 2 On sait que $28 \times 634 = 17\,752$.
A l'aide de ce calcul, trouver le résultat de chacune des opérations suivantes :

$17\,752 : (-28) =$ $\quad$ $-17\,752 : (-634) =$

$177{,}52 : (-28) =$

Exercice 3 Calculer (souligner le calcul prioritaire et écrire les étapes de calcul) :

$E = 8 + 7 \times (-3) =$

$F = -4 \times (-5) - (-3) \times (-7) =$

$G = 4 - 3 \times 6 + 14 =$

$H = (5 - 20) \times (31 - 41) =$

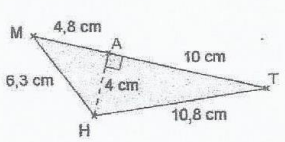
$I = 40 - [(3 \times 2 + 4) - 28] =$

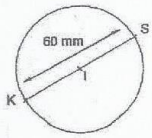
Exercice 4 On donne le programme de calcul suivant :

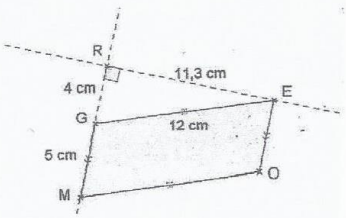
- Choisir un nombre.
- Soustraire –2.
- Multiplier par 5.
- Ajouter 17.

Appliquer ce programme de calcul à – 4 (écrire les étapes, annoncer le résultat et écrire le calcul en ligne).

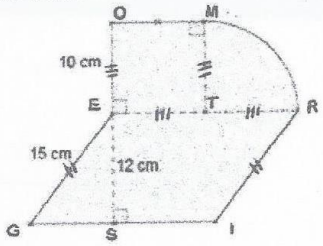
Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.







Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.

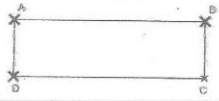
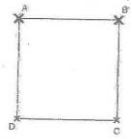
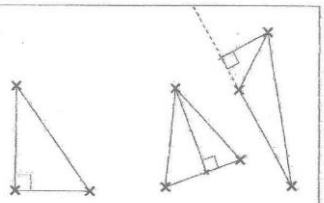
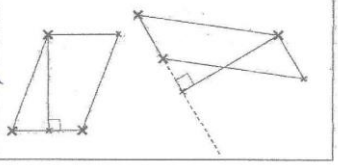


10.25 Annexe 25 Documents issus de la classe de y_2

10.25.1 Leçons

Notion 31 **Calculer l'aire de polygones usuels.**

RAPPELS

Aire du rectangle = longueur × largeur $= L \times l$	
Aire du carré = côté × côté $= c \times c$	
Aire du triangle = $\frac{b \times h}{2}$ $= \frac{\text{base} \times \text{hauteur}}{2}$	
Aire du parallélogramme = $c \times h$ $=$ côté × hauteur	

RAPPELS Les unités d'aire sont : hm^2, hm^2, dam^2, m^2, dm^2, cm^2, mm^2

Notion 32 **Calculer l'aire d'un disque.**

RAPPEL La Longueur d'un cercle est aussi appelée ...périmètre.....du cercle ou .....circonférence..... du cercle.

Périmètre d'un cercle de rayon R = ...$2 \times \pi \times R$...

Circonférence d'un cercle de diamètre d = ...$\pi \times D$.....

AIRE D'UN DISQUE DE RAYON R = ...$\pi \times R^2$.....

Exemple Calculer le périmètre et l'aire d'un disque de rayon 3 cm. On donnera les valeurs exactes et les valeurs arrondies au centième.

$P = 2 \times \pi \times 3$ $A = \pi \times 3^2$

$P = 6\pi$ $A = 9\pi$

$P \approx 18,85$ $A \approx 28,27$

10.25.2 Activités et exercices

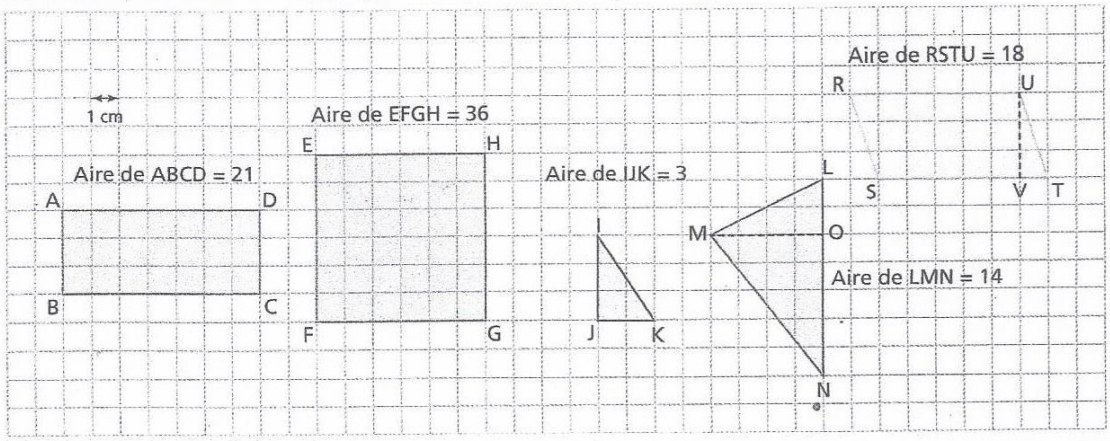
Activités d'introduction de y_2

Consigne Dire si la situation évoquée fait penser à la notion de périmètre ou d'aire.

1. Je vais repeindre les murs de la salle à manger. .....
2. Je dois refaire la clôture de mon pré. .....
3. Je vais tondre mon gazon. .....
4. Je dois refaire la toiture de ma grange. .....
5. Je veux installer une guirlande lumineuse le long de mon toit. .....
6. Je fais le tour de la place Charles de Gaulle à Paris, en vélo. .....

Cherchons

Voici une copie de l'écran obtenu par Romain avec un logiciel de géométrie.



Pour chaque figure, expliquer comment retrouver par le calcul les résultats fournis par le logiciel.

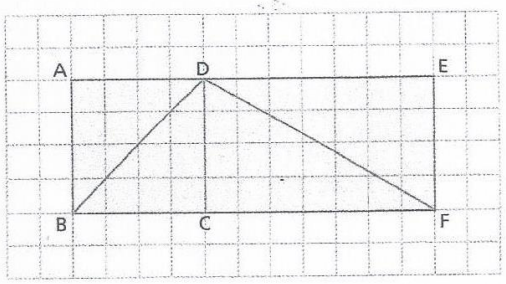
Exercices dans la classe de y_2

Exercices d'application

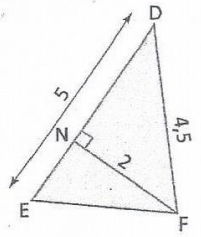
CORRIGÉ

1 **Associer** chacun des calculs suivants à l'aire de l'une des figures présentes ci-dessous.

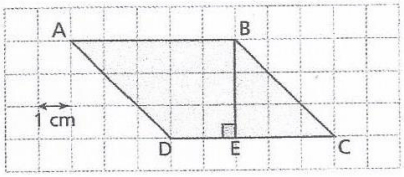
$R = 7 \times 4$; $S = \dfrac{11 \times 4}{2}$; $T = 4^2$ et $U = \dfrac{7 \times 4}{2}$.



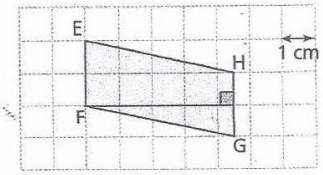
2 Les longueurs étant données en cm, **calculer** l'aire du triangle DEF.



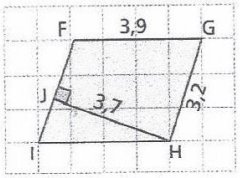
3 **1. Calculer** l'aire du parallélogramme ABCD.



2. Calculer l'aire du parallélogramme EFGH.

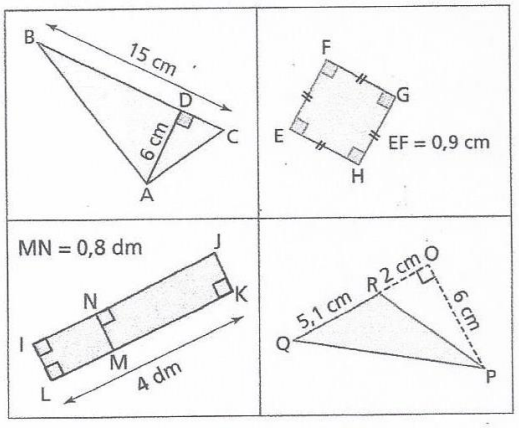


4 Les longueurs étant données en cm, **calculer** l'aire du parallélogramme IFGH.



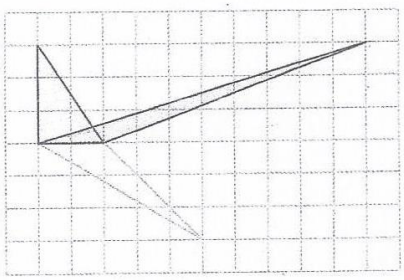
5 Top chrono !

Calculer l'aire de chacun des polygones ci-dessous.



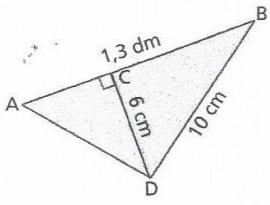
Exercices d'entrainement

6 Comparer les aires de ces trois triangles. Lequel a la plus grande aire ?



7 Un garage rectangulaire possède une aire de 41,8 m² et l'un de ses côtés mesure 4 m. Quelles sont les dimensions de ce garage ?

8 Calculer l'aire du triangle BAD, en dm².

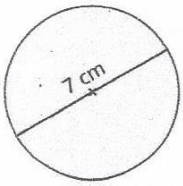


9 DÉFI !

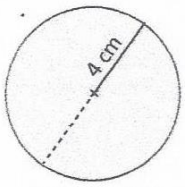
Un triangle rectangle a un côté de 6 cm, un autre de 10,9 cm et un périmètre égal à 26 cm. Quelle est son aire ?

Exercices d'application

10 1. **Calculer** la valeur exacte de l'aire de chacun des disques ci-après.
2. En **donner** une valeur approchée au centième de cm².

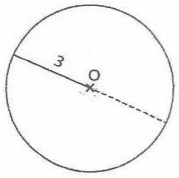


Disque n° 1



Disque n° 2

CORRIGÉ
11 À partir de la figure ci-dessous, on a calculé les expressions ci-dessous.



Pour chacune d'elles, **indiquer** ce qu'elle permet de déterminer.

$A = 2 \times \pi \times 3$; $B = \pi \times 9$;

$C = 6 \times \pi$; $D = \frac{9 \times \pi}{2}$.

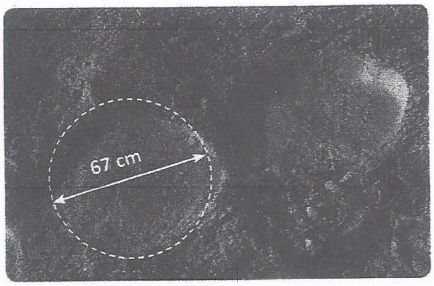
Exercices d'entrainement

12 La circonférence du pied d'un éléphant est égale à la moitié de sa hauteur (des pieds aux épaules). Voici d'autres caractéristiques de ce mammifère.



	Taille à l'épaule	Masse
♂	350 à 450 cm	5 000 à 6 500 kg
♀	250 à 340 cm	2 800 à 3 500 kg

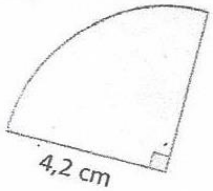
Jean-Claude a photographié l'empreinte d'un pas d'éléphant. La voici, annotée :



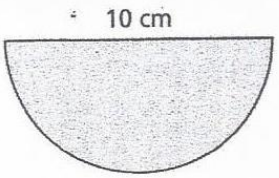
1. Cette empreinte de pas est-elle celle d'un mâle (♂) ou d'une femelle (♀) ?
2. Jean-Claude souhaite réaliser un moulage de cette empreinte. Estimer la surface de ce moulage.

13 Calculer les aires des figures ci-dessous.

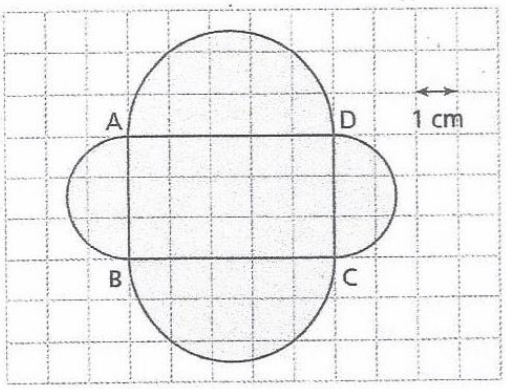
a)



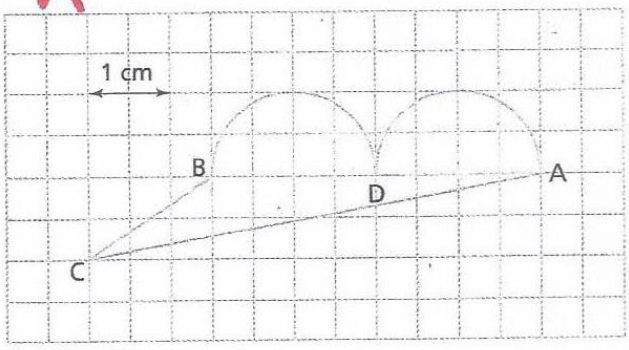
b)



14 Quelle est l'aire de la figure ci-dessous ?

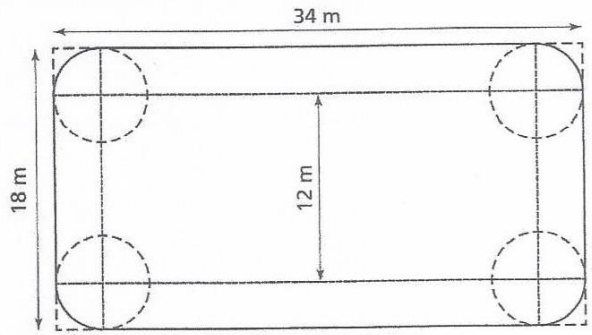


15 Quelle est l'aire de la figure ci-dessous ?



Cherchons

À l'entrée d'une patinoire, on peut lire l'affiche ci-contre.
Voici un schéma annoté de cette patinoire.





Comment vérifier si l'affiche tient ses promesses ?

Exercices d'application

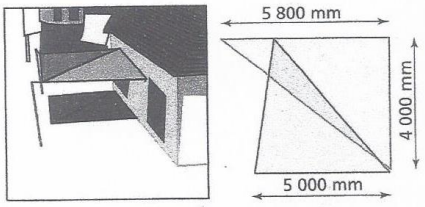
CORRIGÉ

13 **Calculer** la surface de « saut pur » de ce trampoline (autrement dit la surface dont on dispose pour sauter).

- Hauteur totale : 260 cm
- Composition : acier galvanisé et tapis de saut
- Diamètre total : 366 cm
- Longueur des ressorts sous la bâche de protection : 16 cm
- Hauteur du sol à l'entrée : 90 cm



20 Sylvie souhaite fabriquer des voiles d'ombrage triangulaires :

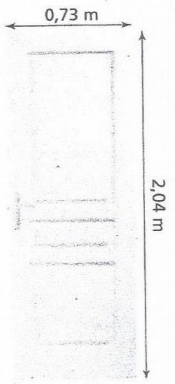


Quelle est, en m², l'aire totale des morceaux de tissu nécessaires à ce projet ?

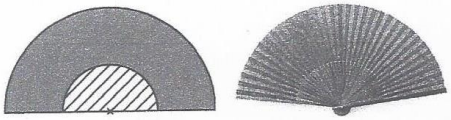
Exercices d'entrainement

21 Un artisan doit peindre les quatre portes d'un couloir sur leurs deux façades.

1. À l'aide du schéma annoté ci-contre, déterminer la surface à peindre que représente la façade d'une porte.
2. L'artisan utilise une peinture permettant de peindre 5 m² par litre. Combien de litres de peinture doit-il prévoir pour son chantier ?



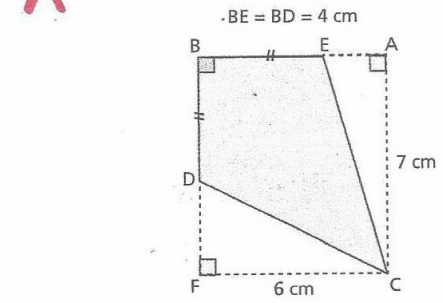
22 Jules s'est lancé dans la fabrication d'un éventail en papier.



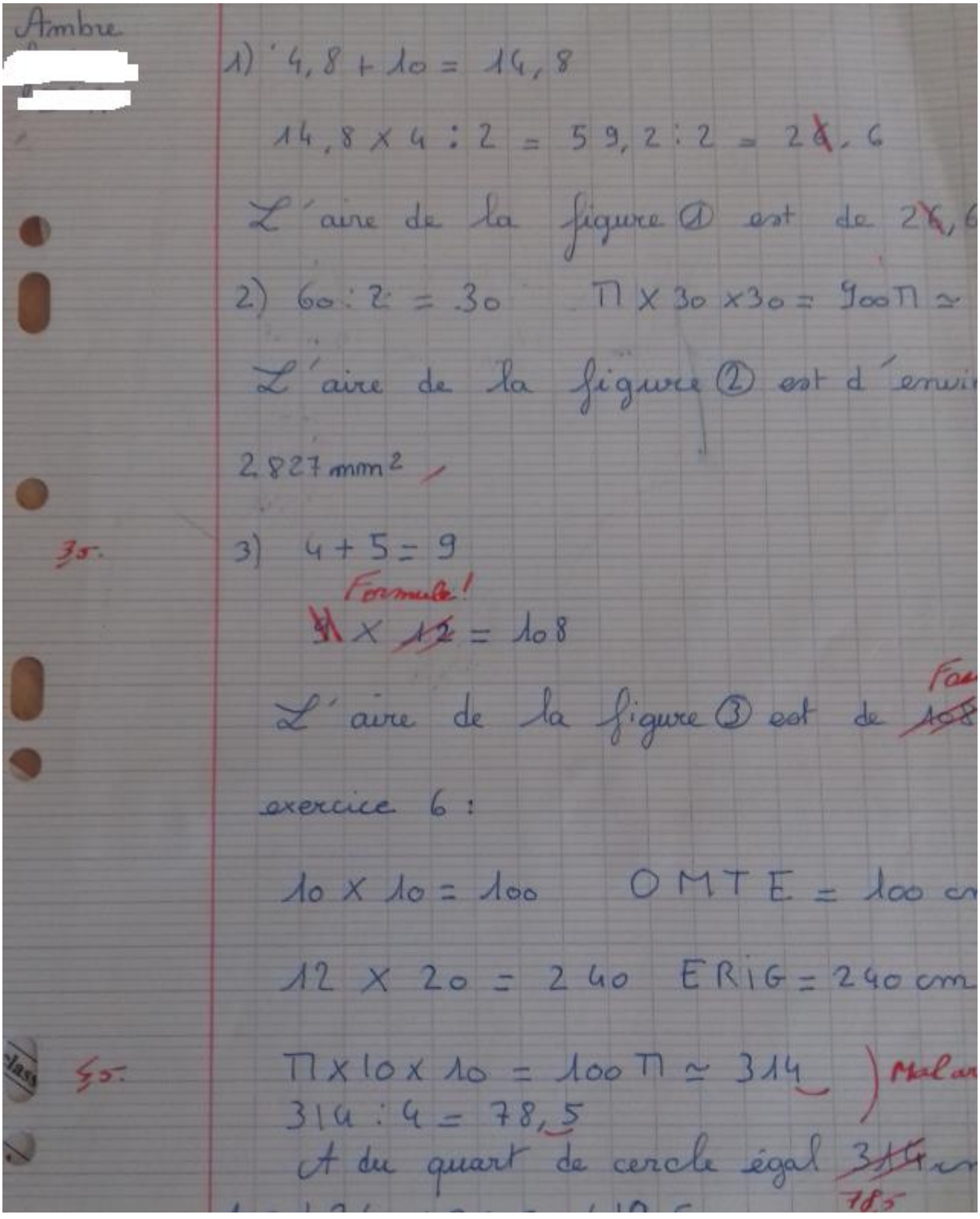
Les tiges qu'il a utilisées mesurent 19 cm de long et sont couvertes de papier bleu sur 13 cm. Calculer la surface de papier nécessaire.

30 Dire si l'affirmation suivante est vraie ou fausse et justifier la réponse : « On peut construire un carré ayant une aire de 92,16 cm² et un périmètre de 38,4 cm. »

34 Calculer l'aire du quadrilatère BDCE.



10.26 Annexe 26 Copies des élèves de y_2



Ambre

[redacted]

1) 4,8 + 10 = 14,8

14,8 × 4 : 2 = 59,2 : 2 = 29,6

L'aire de la figure ① est de 29,6

2) 60 : 2 = 30 π × 30 × 30 = 900π ≈

L'aire de la figure ② est d'envi

2827 mm²

35.

3) 4 + 5 = 9

Formule !

9 × 12 = 108

L'aire de la figure ③ est de 108

exercice 6 :

10 × 10 = 100 OMTE = 100 cm

12 × 20 = 240 ERIG = 240 cm

55. π × 10 × 10 = 100π ≈ 314 Mala

314 : 4 = 78,5

A du quart de cercle égal 314 785

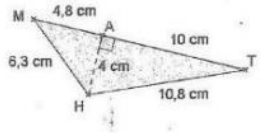
15/20 TBien.

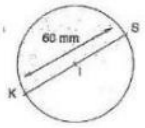
Barbier

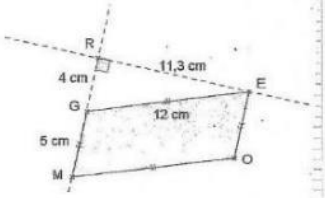
5e B

Controle maths n°12

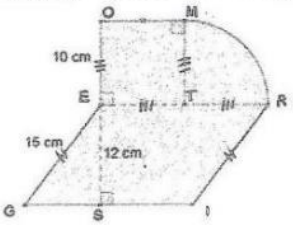
Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.







Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.



ex 5) 4,8 + 10 = 14,8 triangle = 29,6 cm²

14,8 x 4 : 2 = 29,6

π x 30 x 30 = 900π disque = ~~900mm²~~ unité ?

3.

La valeur exacte du disque est de 900π

La valeur approchée du disque est de 2827,433 Mal arrondi.

~~S = 4 S + 4 = 9~~ ~~10,1 + 9 = 19,1~~

Méthode incorrecte

11,3 (9) = 10,1 Non.

La valeur exacte du parallélo est de ~~19,1~~ Faux.

11,3 x 4 : 2 = 22,6

Tu as fait aire de REM - aire de RGE.

ex6) ~~GSE = 15 x 12 : 2 = 90 soit 90 cm²~~

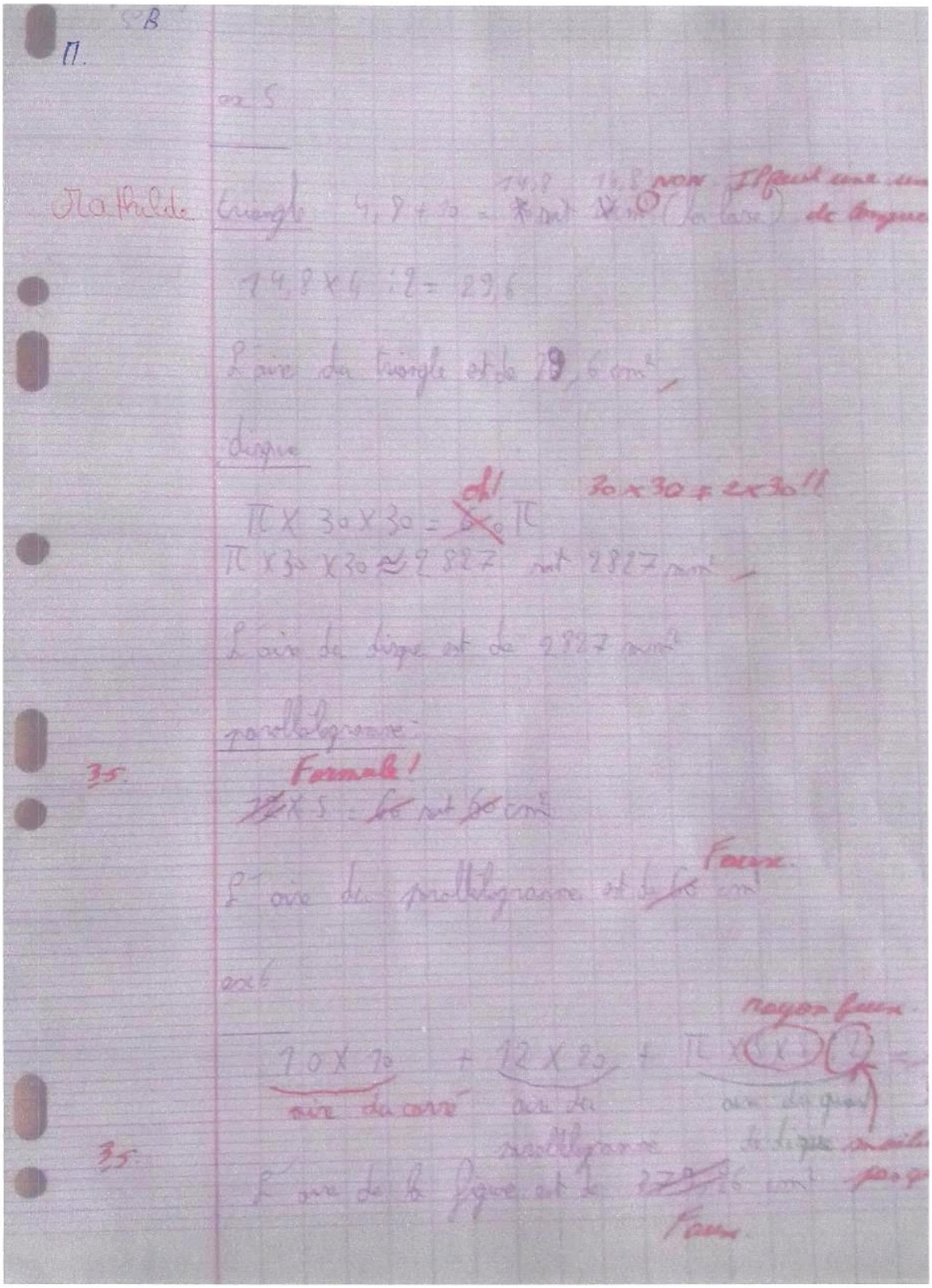
GERI = 20 x 12 = 240 ✓ ~~240 - 90 =~~

OETM = 10 x 10 = 100 ✓ 240 + 100 + 18,59 = 358,59

π x 10 x 10 ≈ 314,15 La aire de la figure est de 418,59 cm²

4 = Mal arrondi.

314,15 : 4 = 78,59



Mathilde

II. /8

ex 5

triangle 14,8 + 10 = 24,8 cm² (la base) non il faut une ... de longueur

14,8 x 4 : 2 = 29,6

L'aire du triangle est de 29,6 cm²

disque

π x 30 x 30 = 900π

π x 30 x 30 ≈ 2827 soit 2827 cm²

L'aire du disque est de 2827 cm²

parallélogramme

Formule !

15 x 5 = 75 soit 75 cm²

L'aire du parallélogramme est de 75 cm²

Faux

exo

70 x 70 + 12 x 30 + π x 12 x 12 =

aire du carré aire du parallélogramme aire du quart de disque

L'aire de la figure est de 5220,6 cm²

Faux

3,5

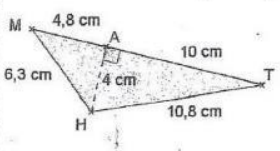
3,5

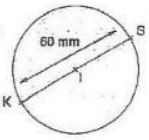
12,5/20 Assez bien.
Attention à l'aire du parallélogramme !

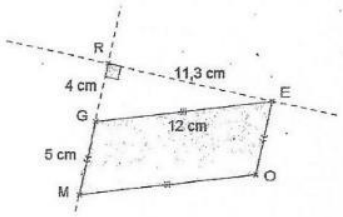
Test n°12

Alicia
5°B

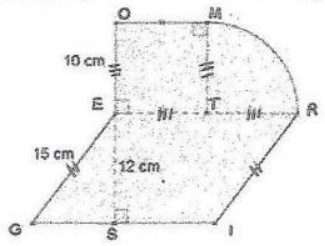
Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.







Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.



1. L'aire du disque est 2827 mm² ≈ 2827
et du parallélo EGMO 4 + 5 = 9 cm
9 × 11,3 = 101,7 Formule ! [GR]
L'aire du parallélo est 101,7 cm² n'est pas une unité !!

Ex 6 Triangle GES = 15 × 12 = 180 : 2 = 90 Faux.
Carré OETH = 10 × 10 = 100
Parallélo SERI = 12 × 20 = 240 unités ?

2.
parallélo ERIG ?

06/20 Convenable pour les calculs sur les relatifs.
Très insuffisant sur les aires : formules mal utilisées.

Test n°12

Aphélie 5e B

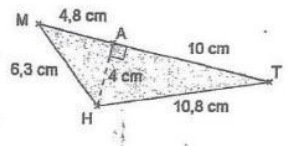
ex 5
10 × 4 = 40 l'aire du triangle MTH est ~~20~~ cm²
40 ÷ 2 = 20 c'est l'aire de HAT !! Faux

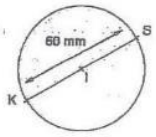
Formule ! π × 60² = 188,495 l'aire du disque est
Valeur exacte = ~~188~~ mm² ~~188~~ mm² Non.
0,5 Valeur arrondie ≈ ~~188~~ mm²

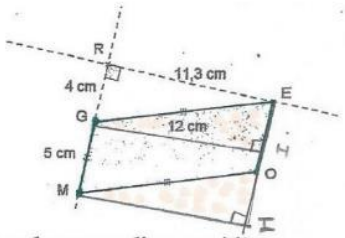
Formule ! 12 × 5 = 60 cm² Bien pour
l'aire du rectangle est ~~60~~ cm². les unités !

ex 6 Formule !
0,5 12 × 15 = 180 cm²
l'aire du parallélogramme est ~~180~~ cm² Non.

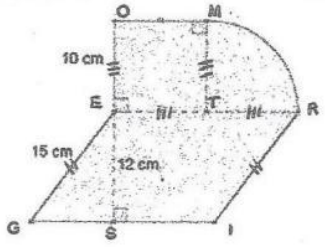
Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.







Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.



TEST N°12

Noa
5°B

08/20 Les opérations sur les relatifs ne sont pas maîtrisées.

Formules d'aire non sues ou confondues avec celles du périmètre.

Ex 6 c=10 cm!! donc 10x10!!

Aire du carré = (c x c) donc = 40 cm² Confusion avec le périmètre.

Formule!! Aire de GERI = 6 10 x 12 : 2 = 60 cm² ($\frac{b \times h}{2}$) NON

Aire de RTM = 2 x π x R = périmètre.

1. donc 40+60+20 = 120 soit 120 cm²

Aire totale de cette figure est de 120 cm². Fausse.

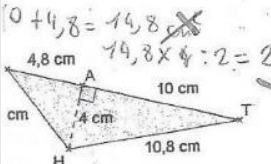
Exercice 5 Calculer les aires des 3 figures ci-dessous. Donner les valeurs exactes et la valeur arrondie à l'unité pour l'aire du disque.

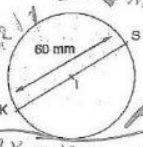
arrondie ≈ 188,4 mm²

exacte = 60π mm²

0+4,8 = 14,8 cm

14,8 x 4 : 2 = 29,6 cm² oui



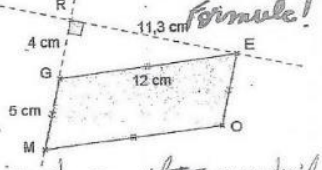


périmètre.

2 x π x r = 2π

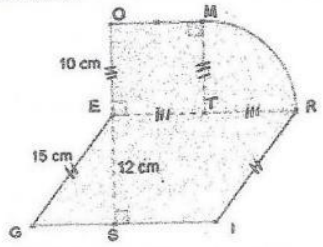
Le triangle est de 29,6 cm²

11,3 x 2 = 22,6 cm² Non. Formule!



aire de ce quadrilatère est de 22,6 cm²

Exercice 6 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner la valeur arrondie au centième.



10.27 Annexe 27 Entretiens avec les élèves du milieu rural

Collège 2, entretiens ANTE et POST-CONTROLE

MATHILDE (7 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE. On note C pour le chercheur et M pour Mathilde.

C : Bonjour allez, assieds-toi. C'est Mathilde, c'est ça ? Donc tu es en 5eB.

M : Oui c'est ça.

C : Alors, Mathilde comment se passe le collège pour toi ?

M : Oh ben, moi, ça se passe très bien. Je m'entends avec, … la plupart des gens.

C : D'accord.

M : J'ai pas eu de soucis particuliers, enfin j'y suis bien.

C : D'accord par rapport à l'école primaire, tu n'as pas trouvé de changements, en tout cas pas de difficultés ?

M : Oui.

C : Est-ce que tu as des loisirs ?

M : Alors, oui je fais de la danse.

C : D'accord, tu fais beaucoup de danse ?

M : J'ai trois cours par semaine pour les entrainements et les compétitions les week-ends.

C : Du coup cela t'occupe une bonne partie de ton temps !

C : Tu habites loin du collège ?

M : J'habites à …un peu moins d'un quart d'heure en voiture.

C : Tu viens du coup en voiture ? Tu viens comment ?

M : Euh… je viens en bus le matin

C : En bus. Tu manges à la cantine ?

M : Oui.

C : Et donc tu trouves comment la cantine ?

M : Ben c'est très bon, enfin comparé à l'école primaire, c'est beaucoup mieux.

C : D'accord.

C : Et si on parle des maths. Comment tu trouves les maths cette année ? Difficile ? Facile ?

M : Je trouve que c'est intéressant…enfin je trouve que c'est plus intéressant cette année !

C : Qu'est-ce que tu trouves intéressant ou de plus intéressant ?

M : euh ….*blanc*… euh c'est surtout que cette année ma prof de maths elle explique mieux, elle nous fait plus travailler. L'année dernière j'avais une prof de maths qui nous faisait pas beaucoup travailler. Alors que là elle nous fait bien travailler.

C : Donc tu as la sensation de plus travailler cette année par rapport à l'année dernière ?

M : Oui voilà.

C : Tu dirais de ton niveau en maths qu'il est très bon ? Moyen ? Pas bon ?

M : Je dirais bon.

C : Vous avez travaillé sur les aires avec Mme B ? Tu as ton cahier ou pas ?

M : Ouiais. (***elle sort son cahier.)***

C : Est-ce que tu peux m'expliquer ce que vous avez fait sur les aires ?

M : euh…oui. On a fait déjà, on a fait une première notion, l'aire du triangle, du carré, du rectangle et du parallélogramme.

Dans cette même notion on fait un peu les unités, les m² et là on vient d'attaquer une autre notion où on travaille sur l'aire et le périmètre du disque.

C : D'accord. OK.

C : Et donc le contrôle, mme B vous l'a annoncé ?

M : Euh …non.

C : Mais quand tu vas réviser le contrôle sur les aires tu vas faire comment ?

M : Ben d'abord, j'apprendrai bien la leçon et je referai les exercices qu'on a fait.

C : Du coup, comment tu fais pour apprendre la leçon ?

M : Ce que je fais, en général je me mets debout et je marche autour de mon lit.

Et je lis la leçon à voix haute pour m'aider. *Blanc*

Je la lis à voix haute 5 fois en essayant de bien la visualiser dans ma tête et après ça marche.

C : D'accord. Donc là par exemple sur les aires et périmètres, qu'est-ce que tu visualiserais ?

M : Quand on me dit aire du rectangle égal longueur fois largeur, ben …

C : mmh

M : Moi dans ma tête, je m'imagine un schéma avec le rectangle.

Enfin, …, je sais pas comment expliquer, je me fais un schéma dans ma tête avec des longueurs, par exemple je choisis 3 cm.

C : Ok, ça c'est pour le rectangle et alors les autres tu fais pareil ?

M : Oui pour toutes les autres figures après oui je fais pareil ou alors si il y a un passage que j'ai pas trop compris, après je le relis, donc voilà.

C : D'accord et tu récites à quelqu'un ou tu récites à toi-même ?

M : Euh non à moi- même.

C : A toi- même, OK.

C : et tu m'as dit, après tu refais des exercices ?

M : Oui.

C : Oui ? et donc là tu referais lequel ? ou lesquels par exemple ?

M : Euh…je sais pas. J'en privilégie pas un en particulier.

M : En général, j'ai mon livre à côté, j'ai une feuille de brouillon je cache les réponses d'exercices et je regarde juste les numéros des exercices qui ont été faits.

Je les refais puis après je compare par rapport à la correction et je me corrige.

Si je vois par exemple, quand je fais un premier tour, enfin je regarde, je regarde, je regarde un premier coup d'œil.

Si je vois que dans un exercice, j'ai beaucoup corrigé alors là par contre je vais avoir tendance à plus faire attention.

On feuillette ensemble dans son cahier là où il y a des corrections

C : Donc là par exemple le n°9 page 163 tu vas le refaire ou pas ?

M : Moui, oui je les refais tous …hein mais je pense que je fais encore plus attention si j'ai fait faux.

C : Donc tu refais tous les exercices ?

M : Oui tous.

C : et donc sur ce contrôle sur les aires et périmètres… euh… pour toi si il y a un exercice qui devait absolument tomber, ça serait lequel ?

M *blanc ….*

C : C'est à dire un exercice où tu te dis, à coup sûr, celui-là, il va tomber !

M : euh...*blanc* dans les exercices ?

Ou alors un que tu inventerais et tu dirais celui-là, il va tomber !

Je dirais quand on a des figures avec plusieurs dimensions et où il faut trouver l'aire avec plusieurs calculs.

C : D'accord. Explique-moi.

M : Ben, on a des figures et des dimensions et il faut trouver l'aire avec plusieurs calculs.

Par exemple toutes les dimensions ne sont pas données, et on a une figure globale avec l 'aire et des dimensions mais pas toutes et il faut trouver juste un petit bout.

C : et pourquoi il te semble que celui-là il devrait tomber ? Qu'est ce qui te fait dire que celui-là il devrait plus tomber que les autres ?

M : Parce qu'on revoit dans la notion plusieurs, enfin, tout ce qu'on a appris pour calculer l'aire.

Ça fait revoir ça et puis, ça fait calculer aussi.

Je pense que c'est un bon moyen de voir si on a appris la leçon.

C : D'accord.

C : Qu'est-ce que tu utilises comme matériel pour réviser ?

M : Mon cahier.

C : Est-ce que tu utilises autre chose ?

M …mmh …non sauf quand je révise un contrôle je prends une double car ça prend beaucoup de place et je prends mes affaires avec ma trousse et je refais mes exercices.

C : Autre chose ?

M : J'ai que mon cahier et aussi le livre qui nous est fourni aussi, si c'est de la géométrie je prends mes instruments aussi.

C : Est-ce qu'il y a des personnes qui t'aident des fois ?

M : En général je fais tout toute seule mais s'il y a quelque chose que je comprends vraiment pas, je demande à ma mère. Mais, c'est pas fréquent.

C : De manière générale, tu es assez autonome.

C : Tes parents te donnent des conseils pour bien travailler à l'école ?

M : euh…Non en général j'arrive à trouver moi-même ce qui me convient le mieux. C'était en primaire mes parents, ils continuaient à me donner des méthodes mais après j'ai commencé à trouver ce qui me convenait mieux donc euh…et puis les profs ils donnent aussi des techniques aussi donc des fois ça aide aussi.

C : Tu peux me dire un peu quelles techniques ils t'ont donné ?

M : Ben Mme B elle nous avait dit de refaire les exercices quand il y a des contrôles après il y a aussi en français quand on a un texte à lire, il faut le lire plusieurs fois et le relire la veille du jour où on nous a demandé de le lire. Voilà y'a ça et après de toute manière quand j'apprends mes leçons je marche debout et je récite. Parce que j'apprends mal quand je suis assise. J'aime bien pouvoir bouger un peu.

C : S'il y avait un nouvel élève qui arrivait aujourd'hui par exemple dans ta classe et il a des difficultés en maths. Quels conseils tu lui donnerais pour l'aider ?

M : Après euh …je sais pas quelle technique l'aiderait mieux car il y en a, ils ont une mémoire plutôt auditive ou plutôt visuelle ou alors, y en a, ça les aide de faire des schémas. Donc après… euh...ce que je conseillerais enfin, moi, je fais un peu les 3. Si… euh… je lui dirai, si tu veux bien apprendre une leçon, si tu as de la difficulté, de se faire un schéma dans la tête et d'imaginer la leçon dans la tête et de la relire plusieurs fois et si vraiment… demander à quelqu'un de sa famille de l'aider…euh…poser des questions sur la leçon.

C : D'accord.

Et quand tu dis faire un schéma dans ma tête tu m'as dit que toi c'est aussi ce que tu faisais, est-ce que tu te souviens de choses qui se sont passées en classe avec ce schéma ou alors c'est vraiment un schéma qui est le tien ?

M : En général, c'est un schéma que je fais moi-même, mais ça arrive que je repense à certaines choses qu'on a fait en classe. Quand je relis une phrase, je me dis, ah ben oui on a fait ça en classe, alors du coup ça m'aide un peu aussi.

C : Mmh mmh.

Le contrôle pour toi, ça serait un exercice avec des dimensions qui manqueraient et avec des calculs ! c'est ça ?

M : Oui.

C : Et il y aurait d'autres choses dans ce contrôle, d'après toi ?

M : Trouver l'aire des figures et aussi le périmètre.

Oui… mmh… trouver le périmètre. Trouver aussi les dimensions qui manqueraient. Après je suis pas sûre.

C : Merci Mathilde pour ta participation. Je te demanderai de ne pas divulguer le contenu de cet entretien. Merci. Aurevoir.

M : Au revoir.

MATHILDE (7 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Mathilde.

M : Bonjour.

C : Vous avez fait déjà le contrôle avec Madame B. As-tu bien réussi ?

M : Oh oui. Vraiment bien. Mais je suis déçue car j'étais un peu pressée par le temps.

C : D'accord. Le contrôle était long ?

M : Oui. Très long.

C : Il était facile ? Difficile ?

M : Il était plutôt facile.

C : Est-ce qu'il était surprenant ?

M : Non pas du tout surprenant.

Il fallait calculer les opérations au début c'était logique, on avait déjà fait. Mais je pensais avec des virgules que ça devrait surement y être.

C : L'exercice sur lequel tu misais, finalement, il est tombé ?

M : Euh oui. Il y avait à calculer des aires et à couper une figure et calculer petits bouts par petits bouts.

C : Comment tu t'y es pris pour faire ce contrôle ? Est-ce que tu te souviens ?

M : Oui bien sûr. D'abord j'ai pris une feuille j'ai fait mes entêtes et j'ai fait les calculs. Après j'ai rendu la fiche. Elle m'a donné le contrôle sur la deuxième partie et j'ai fait les exercices avec ma calculette

C : D'accord. Euh… Comment as-tu révisé ?

M : J'ai commencé par lire les leçons. Je lis toujours cinq fois et je marche dans ma chambre. Cela m'aide beaucoup !

C : D'accord. Autre chose ?

M : Oui j'ai fait les exercices petits bouts par petits bouts, c'est vrai, on n'y arrive.

C : Peux-tu me montrer exactement lesquelles tu as fait

M : C'est-à-dire, que je les ai tous refait.

C : Ah vraiment, tous ?

M : Oui, mme B elle nous dit de tous les refaire.

C : D'accord. On regarde ta copie ensemble, si tu le veux bien.

M : mmh mmh.

Blanc. Elle regarde sa copie.

M : Pour le triangle c'est bon. Sauf ici. ***(elle montre l'unité)***

C : Oui.

M : euh 30 fois 30…euh… oui cela donne 900.

M : Pour le parallélogramme côté fois hauteur. C'est l'autre évidemment.

M : Le rayon du disque est de 10. Oh la la ! Je ne sais vraiment pas pourquoi j'ai écrit ses sottises !

C : Ok. Merci Mathilde de ta participation et ne divulgue rien de notre entretien aux autres participants.

M : Oui c'est promis.

C : Merci.

M : Aurevoir.

NOA (3 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Noa ? c'est ça ? Tu es en 5^{e} B ? Avec mme B en maths ?

N : Oui.

C : Donc comment tu trouves le collège ?

N : Il est bien. Oui.

C : Oui.

N : Oui.

C : Tu as trouvé difficile le collège par rapport à l'école primaire ou pas ?

N : non

C : Tu habites loin du collège ?

N : euh euh non on j'habite à Artonne.

C : Tu viens en…

N : En bus.

C : Donc ça te fait pas très loin.

C : Non. Ok tu manges à la cantine ?

N : Oui.

C : Et alors c'est comment la cantine ? c'est bien ?

N : C'est bien aussi !

C : Tu t'es fait beaucoup de copains ?

N : Oui.

C : Et alors ton année en maths comment tu la trouves ?

N : Comment ?

C : Oui, ton année en maths ?

N : Euh on va dire que c'est entre « compliqué » et euh « j'y arrive pas » voilà.

C : Tu n'y arrives pas trop.

N : Euh voilà euh voilà oui.

C : Ok donc assez difficile. Vous travaillez sur quoi en ce moment ?

N : Oui.

C : Bon. Vous avez bientôt contrôle en maths.

C : D'accord. Elle vous a dit exactement sur quoi portait le contrôle ?

N : Euh oui, elle nous a dicté les notions.

C : D'accord sur quoi ça porte ?

N : Les périmètres, les aires des demi-disques et les disques.

Comment calculer le disque et le demi-disque et après bon voilà.

C : Et donc tu as commencé à réviser le périmètre des disques ?

N : Oui et l'aire des disques oui.

C : Donc, du coup comment tu as fait ? Pour réviser ?

N : J'ai regardé la leçon euh et j'ai fait des exercices.

C : D'accord et comment tu as fait pour la leçon, par exemple ?

Tu …

N : Ben je la lis plusieurs fois et après je cache les mots de la leçon et j'essaie de me les remettre en tête.

C : D'accord et quelqu'un te fait réciter ou tu fais tout seul ?

N : euhh euh…pfff ***(il souffle)*** Ma mère elle me fait réciter.

C : D'accord. Et ta mère elle te fait réciter comment ?

Au début je lui cache les mots *(il montre sur son cahier les formules*) et au début si je les sais pas très bien elle me fait tout réciter.

Et si elle voit que je que je sais bien elle me fait réciter les mots quand même !

C : D'accord, d'accord il y a quelqu'un d'autre qui t'aide en dehors de ta maman ?

N : Non ! Il y a que ma mère !

C : Que ta maman d'accord et qu'est-ce que tu utilises ? Donc les fiches de leçon et …quoi d'autres ?

N : Ben non. Le livre ? Elle nous donne des leçons qui sont un peu mieux que le livre. C'est pour ça j'utilise pas mon livre.

C : D'accord tu préfères regarder les leçons de ton cahier.

N : Oui voilà.

C : Et tu utilises autre chose pour travailler ? internet ?

N Non. Ben quand je comprends pas quelque chose même avec la leçon mais vraiment c'est rare.

C : Et tu m'as dit que tu fais des exercices ?

N : Oui enfin plutôt la leçon, en fait les exercices j'en fait pas énormément.

C : D'accord et alors si tu misais sur quelque chose qui tomberait au contrôle ? ça serait quoi ?

N : euh l'aire du disque parce que pi elle nous a dit que ça allait y être.

C : D'accord. C'est elle qui l'a dit ?

N : Oui.

C : Est-ce que tu peux m'expliquer de quoi parlait d'autre ce chapitre ?

N : Oui on a appris comment calculer l'aire du disque et de demis-disques et comment calculer le diamètre à partir du rayon.

C : Euh comment calculer le diamètre à partir du rayon, c'est ça ?

N : Oui c'est ça.

C : D'accord. Et alors y a-t-il d'autres choses où tu dirais que ça va tomber ? ou …pour toi il n'y a que ça ?

N : Ah non y en a plein ! je les ai notés mais du coup c'est dans mon classeur. Là où j'ai tout rangé là où j'ai trié. On a 1, 2, 3 ,4, 5 notions !

Il ouvre son agenda.

On a 31,32 ,33, 15 et 16 à réviser.

C : Alors attends, 31,32, 33.

N : 15 et 16 à réviser. Oui c'est un gros contrôle donc c'est pour ça que je vais remettre tout ça dans mon classeur ce soir et trier les notions pour bien les faire.

C : Et ta maman elle te donne des conseils pour travailler ou pas ?

N : euh…pfff enfin ***(souffle)*** enfin quel genre de conseils ? je ..je sais pas comment …

C : Je sais pas est-ce qu'elle te dit des choses pour mieux travailler ?

N : Ah oui ! elle me dit toujours de relire mes leçons et de bien ranger mon classeur. Même que je la sache déjà que je la relise quand même.

C : Ah ! c'est à dire que tu la relises même si tu la sais déjà.

N : Oui voilà.

C : Ok. Et tu m'as dit tu fais surtout les leçons, hein pas d'exercices ?

N : Non pas beaucoup.

C : Alors pas beaucoup ça veut dire que tu en fais un peu quand même ? Ou pas du tout ?

N : Ouais non ! Un peu quand même !

C : Et là tu vas faire lesquels ?

N : Ben j'en prend sur le livre, ou des fois sur internet. On avait fait celui – là ou celui-là ou celui-là.

C : Tu regardes ceux que vous avez déjà fait ?

N : Oui. Et sinon je prends sur des sites sur internet.

C : Et sur quel site ?

N : euh ouiais euh non. Non au hasard je regarde si jamais c'est bien.

C : Et comment tu te corriges ?

N : Ben ! j'y montre à ma mère et si c'est bien j'y laisse comme ça et sinon ben j'essaie de regarder avec ma leçon.

C : Bon bien c'est bon. Je te remercie Noa.

N : Ouh ...il souffle je croyais que ça allait être plus difficile ah ben.

C : Par contre je te demanderais de ne pas parler à tes camardes de ce qu'on a dit.

N : Ah oui d'accord ! Ah ben justement je voulais demander à mes potes et justement je me suis dit si ça se trouve faut pas ben oui je me suis dit.

Et en fait, ouais, je voulais juste vous dire aussi…ça oui parce que vous m'avez demandé si on m'aidait et j'ai dit ma mère et mon père, en fait, il peut pas parce que mes parents sont séparés et c'est vraiment compliqué entre mon père et moi et aussi entre mon père et ma mère. C'est à dire que pour l'instant je ne vais plus chez mon père. Et on va dire ça fait un bon moment que je ne l'ai pas vu.

C : D’accord.

N : Oui, tout ça pour vous dire que voilà mais de toute façon même avant pour mes devoirs il ne regardait pas forcément, alors…

C : Oui donc c’est plutôt ta mère.

N : Oui voilà c’est comme ça.

C : D’accord. Merci. Aurevoir

N : Oui au revoir.

NOA (3 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Noa, comment vas-tu ?

N : Oui bien.

C : Alors ce contrôle, tu l’as réussi ?

N : Ah oui je pense avoir entre 12 et 14 un truc comme ça.

C : D’accord. Tu as mis combien de temps pour euh…

N : Faire le contrôle ?

C : Euh non pour réviser, pour le préparer.

N : Ah le réviser euh… Une heure …une heure et demie.

C : D’accord. Chez toi ? Au collège ?

N : Ah oui, tout chez moi.

C : Qu’est-ce que tu as fait pour réviser ?

N : Ben. J’ai regardé ma leçon.

C : Tu peux me montrer laquelle ?

N : Oui. ***Il ouvre son cahier***. La notion 31 et la 32.

C : Comment tu fais pour apprendre ?

N : Ben je lis et j’essaie de me rappeler en classe, ce qu’on a fait en classe.

C : D’accord. Et tu lis une fois, plusieurs fois ?

N : Non une fois, j’essaie de retrouver ce qu’on a fait en classe. Mais des fois c’est dur. Là les triangles franchement j’avais aucun souvenir alors j’ai regardé les exercices qu’on avait fait pour me souvenir.

C : Ah. Quels exercices tu as regardé ?

N : J’ai relu celui-là ***(2 page 163)*** et ça ***(le premier du 5 page 163)*** et j’ai fini par comprendre. On fait la base fois la hauteur et on divise par deux.

D’accord et tu as fait d’autres exercices ?

N : Non.

C : Sur les disques ?

N : J'ai lu la leçon. Je me souvenais bien de ce qu'on avait fait et puis les triangles ça m'avait pris déjà beaucoup de temps pour comprendre. Avec les deux formules. Et puis en plus, ça je me souviens en cours elle a dit que c'était pas à savoir.

C : De quoi, les deux formules ?

N : Non ça ! ***Il montre le mot circonférence.***

C : Ah ! Le mot circonférence tu veux dire ?

N : Oui c'est ça.

C : D'accord. Euh…Est-ce que tu te souviens le jour du contrôle on t'a donné la feuille. Comment tu t'y es pris ?

N : Ben j'ai fait exercice par exercice.

C : Dans l'ordre.

N : Oui voilà dans l'ordre. Mais si je trouve pas un exercice je passe.

C : Et là, ça a été le cas ? Un exercice que tu as passé ? Tu te souviens ?

N : euh oui y en a un …je crois je pense enfin je sais plus trop. Après j'ai bien réfléchi et je me suis souvenu.

C : D'accord. Tu l'as trouvé comment ce devoir ? Facile ? Difficile ?

N : Euh moyen ouais moyen.

C : Plutôt long ? Plutôt court ?

N Plutôt long.

C : Surprenant ? Pas surprenant ?

N : Ben oui et non. Parce qu'elle avait dit ce qu'il y avait et ce qu'il y avait, y avait et ce qu'elle avait dit qui y avait pas, y'avait pas. Mais j'ai pas su faire tout et donc ben oui voilà.

C : Bien. Je te donne ton contrôle. ***Blanc.***

C : Allez, on regarde les aires. Le premier c'était un triangle. Dis-moi ce que tu as fait juste.

N : Euh.

C : C'est là en fait.

N : Oui fallait le faire sur une feuille mais j'en avais plus.

N : Euh …j'ai fait 10+4,8= 14,8. Euh ça faisait 14,8. J'ai fait 14,8 × 4 donc base fois hauteur et j'ai divisé par 2. Et ça fait 29,6. Et j'ai mis cm² sauf que j'aurais pas dû parce que cm² c'est pour les périmètres.

C : Ah non cm² c'est bien pour les aires.

N : Ben là euh … ***(il me montre ce qui est barré)***

C : Là tu calcules quoi ?

N : Ben la base.

C : Oui donc une longueur.

N : Oui euh en cm ?

C : Eh oui la base est en cm.

N : Ah oui c'est dans le résultat qu'il fallait le mettre.

C : Alors après.

N : Euh là du coup j'ai eu faux.

J'avais fait deux fois pi fois R. J'ai fait deux fois pi fois 30. Ça fait 60pi.

C : Est-ce que c'est 2 fois pi fois R ?

N : Ben non c'est pour les périmètres. Mais je sais plus ce que c'est.

C : Pi fois rayon fois rayon.

N : Ah oui voilà. Donc ça fait pi fois 30 × 30.

C : Et donc 30 × 30 ça fait ?

N : euh …600

C : 3 fois 3 ?

N : Euh 9 pardon ouiais 900.

C : 900 pi ici.

N : Fallait y arrondir après donc ça fait pas ça.

C : Oui, tout à fait. Alors après celui-là.

N : Le parallélogramme, quand j'ai relu la leçon après. J'ai vu que c'était pas ça, que c'était longueur fois largeur.

C : Alors, ce n'est pas longueur fois largeur. Regarde ton cahier.

N : Ah… c'est longueur fois hauteur.

C : Tu as regardé la leçon après le contrôle ?

N : Euh oui pour vérifier. Donc ça fait 11,3 fois ...euh. Ce que je sais pas c'est s'il faut prendre 4 ou 5 ou les deux ?

C : Dans la formule, c'est côté fois hauteur. Donc 11,3 est la hauteur et le côté ?

N : euh…

C : C'est un côté du parallélogramme.

N : Ah oui donc c'est 5.

C : Oui. L'exercice 6 ?

N : Ben là j'étais perdu car je ne savais pas comment on faisait pour MTR.

N : Le carré on fait côté fois côté.

C : Oui donc ça fait quoi ?

N : Ben…

C : Combien mesure ton côté ?

N : 10.

C : Donc ?

N : Ben côté fois côté ça fait 40. Mais la prof elle a barré.

C : 10 fois 10 ça fait 40 ?

N : Ah ! Ben non 10 fois 10 ça fait 100 ! Ah oui ! Dans ma tête, c'était 10 × 4 !

C : Après.

N : J'ai fait le parallélogramme avec base fois hauteur divisé par deux. Oui sauf que c'est pas ça. Il fallait pas diviser par deux. Juste base fois hauteur.

C : Eh oui.

N : La base fait 20. En plus je crois que j'avais pris que 10 ! Donc 20 fois 12 !

C : Oui. C'est ça ! Et alors ce petit morceau qui reste ?

N : Ben là j'ai rien compris. Je l'ai fait pour mettre quelque chose mais franchement j'ai rien compris.

C : D'accord. Tu as mis quoi ?

N : Ben 2 fois pi fois rayon mais c'est pas ça.

C : Pourquoi c'est pas ça ?

N : Ben dans le cours on a deux formules, une pour le disque entier et une pour le demi-disque. Mais là ! C'est piège parce que c'est ni l'un ni l'autre !

C : Ah, d'accord. Quelles sont tes deux formules ?

N : ben …euh

2 fois pi fois R donc tu prends le diamètre pi pour l'aire du disque entier et pi fois R tu prends le rayon pour le demi-disque.

Oui oui on a écrit les deux, dans le cours.

C : Alors, ***blanc*** …. ce que tu me dis c'est pour le périmètre du cercle ou d'un demi-cercle, mais ici c'est l'aire, pas le périmètre.

N : Ah oui ! Alors je ne sais pas du tout.

C : Pi fois rayon fois rayon pour l'aire du disque entier et que peux-tu dire de l'aire du demi-disque par rapport à celle du disque entier ?

N : Ben ….je sais pas.

C : C'est la moitié ?

N : Ah.

C : Et ici on a un quart de disque ? Non ?

N : Oui peut-être.

C : Pour MTR c'est l'aire du disque entier que tu divises par 4.

N : Oui après l'aire totale de la figure, c'est faux !

C : Et alors, l'exercice sur lequel tu misais, il est tombé ou pas ?

N : Euh….

C : Tu te souviens, sur quoi tu misais, sur ce contrôle ?

N Euh …non je sais plus.

C : Ok je te remercie.

N : Au revoir.

OPHELIE (1 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Alors Ophélie donc tu es avec mme B en maths ? C'est ça ?

O : Oui.

C : D'accord. Comment ça se passe le collège cette année ?

O : Bien.

C : Tu te trouves que c'est facile ? difficile ? par rapport à l'école ? tu as vu des changements ?

O : Oui c'est un peu difficile.

C : C'est un peu difficile. Tu fais des loisirs, du sport ? quelque chose ?

O : Non.

C : Tu habites loin du collège ?

O : Euh non pas trop.

C : Tu viens à pied ? en bus ?

O : En voiture.

C : Ce sont tes parents qui t'amènent ?

O : Oui.

C : Est-ce que tu manges à la cantine ?

O : Non.

C : Tu rentres chez toi du coup ? Tu manges chez toi ?

O : Oui tous les midis.

C : Ok. Est-ce que tu as réussi à te faire des copines ? Des copains, tu en as retrouvé d'avant ?

O : Oui.

C : Dans la classe il y a eu des changements ?

O : Non il y a juste une nouvelle.

C : D'accord. Et alors en maths si on parle des maths, qu'est-ce que …est-ce que tu trouves ça facile, difficile ? comment …

O : Ben au début c'était un peu difficile mais maintenant ça va mais c'est …pas forcément enfin c'est moyen.

C : Moyen d'accord. Est-ce que tu saurais dire ce que tu trouves plus dur ?

O : Plutôt les calculs.

C : D'accord. Toi tu dirais que ton niveau en maths il est ….

O : Je pense pas très bon.

C : D'accord. Vous avez travaillé sur quoi dernièrement ?

O : Sur les aires.

C : et c'est difficile ?

O : Mmh ça va.

C : Ça va. D'accord. Vous avez un contrôle bientôt ?

O : Oui. Tu sais quand est-ce qu'il est ?

O : Euh non.

C : Tu ne sais pas quand il est ?

O : Euh non je ne sais pas trop.

C : Ok tu ne sais pas.

O : Ben non je sais pas. Je pense bientôt.

C : Comment tu fais pour réviser les maths en général ?

O : Ben je refais mes exercices et je revois ma leçon.

C : Ok. Autre chose ?

O : Je refais les exercices, ceux que j'arrive le moins.

C : D'accord. Ok. Et comment tu sais que ceux-là tu n'y es pas arrivé ?

O : Ben par rapport à la correction en cours.

C : Oui.

Blanc

O : Par rapport à la correction tu sais que celui-là …

O : ben je sais que j'ai pas trop compris.

C : Alors sur les aires on va regarder. Montre-moi ce que tu vas faire pour réviser.

Le cahier est déjà sur la table. Elle ouvre son cahier.

O : Ben genre celui-là et celui-là.

C : Et donc tu les trouves difficiles ?

O : Ben déjà, y' a les deux le 13 et le 12.

C : Et tu saurais m'expliquer pourquoi ils sont difficiles ?

Mmh blanc…

C : Tu m'expliques ce que c'est ?

O : Ben c'est l'aire du ... **(elle dessine un cercle avec sa main) e**t là aussi.

Ben je pense que ceux- là ***(elle me montre les aires des triangles et des parallélogrammes)*** sont plus faciles.

C : D'accord. Pourquoi ?

O : Ben je ne sais pas. Ben je pense que je vais surtout faire ceux-là ***(elle montre les disques.)***

C : Donc pour un futur contrôle si tu avais un exercice sur lequel miser, tu dirais ça serait lequel ?

O : Je pense que ça serait le 13 et le 12.

C : D'accord. Tu utilises quoi pour travailler ? Réviser ?

O : Mon cahier avec les exos et je prends aussi un crayon de papier aussi je prends un autre aussi.

C : Un autre exo ? c'est ça ?

O : Non un autre livre.

C : Ah ? Un autre livre ? Tu as un autre livre de maths chez toi ?

O : Oui.

C : D'accord. C'est quoi comme livre ?

M : Le bled des maths.

C : et que tu as eu comment ?

O : Je l'avais déjà chez moi, de ma sœur.

C : D'accord. Et donc comment tu t'en sers de cet autre livre ?

O : Je regarde les leçons dessus.

C : Sur les aires tu as regardé ?

O Oui j'ai regardé les formules pour les comprendre.

C : Et les formules tu vas les apprendre ou pas ?

O : Oui.

C : Et alors comment tu fais pour apprendre les formules ? et les comprendre sur le livre de ta sœur ?

O : Soit je prends sur le bouquin genre et je les lis et je les écris sur un papier.

C'est difficile de tout retenir.

C : Tu trouves que ça fait beaucoup de formules ?

O : Euh non ça ça va.

C : D'accord ok**. Blanc**

C : Est-ce que tes parents, ils te donnent des conseils pour bien travailler ?

O : Oui.

C : Ils te disent quoi ? Quels conseils ils te donnent ?

O : Ben il faut apprendre et bien écrire pour pouvoir bien lire ce que j'écris, que je fasse les exercices que quand je connais ma leçon.

C : Ils t'aident tes parents des fois ?

O : Oui.

C : C'est qui qui t'aide ?

O : Euh maman.

C : Plutôt maman. D'accord. Et ta maman elle fait quoi pour t'aider ?

O : Quand je comprends pas un exercice elle m'explique.

C : Et une fois que tu as fait les exercices tu vérifies comment ? Comment tu sais que c'est juste, ce que tu as fait ?

O : Mins euh je sais pas. Ben euh si ça me parait bien, c'est que c'est bon.

C : D'accord. Ok. Et alors s'il y avait un nouveau dans la classe qui arrivait et que tu devais un peu l'aider parce qu'il est un peu perdu. Si tu devais lui donner des conseils pour bien travailler en maths, tu lui dirais quoi ?

O : Ben déjà apprendre sa leçon.

C : D'accord bien apprendre la leçon.

O : Savoir ce qu'on a fait. Euh ben genre bien refaire tous les exercices.

C : D'accord très bien.

C : Ok je te remercie. Alors il y a des camarades de 5^{e} et je te demande de ne rien leur dire sur ce dont on a parlé.

Merci.

OPHELIE (1 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : Alors comment ça va ?

O : ça va.

C : Alors tu as eu ton contrôle lundi. Est-ce qu'elle vous a rendu les notes ?

O : Non.

C : Non pas encore.

O : Peut-être demain.

C : J'ai le résultat du contrôle, alors je vais te le montrer et on va regarder ensemble.

O : Ouais.

C : Tu penses avoir réussi ce contrôle ? Ou pas trop ?

O : Euh il y a genre des exercices plus que d'autres. En fait le dernier exercice, je n'étais pas très convaincue.

C : Le dernier c'est-à-dire ? Celui sur les aires ?

O : Euh oui il était dur. Ben le cinq et le six. Les calculs je pense que j'ai un peu mieux réussi.

C : OK. Tu l'as trouvé comment ce contrôle ? Facile ? Difficile ? Long ? Court ?

O : Euh les deux derniers exercices plus difficiles et autrement sur les calculs faciles.

C : Long ? Court ?

O : Normal.

C : Il était un peu surprenant ?

O : mmh non.

C : OK. Euh. Comment tu t'y es pris pour faire ce contrôle ?

O : En fait, elle nous avait découpé une partie parce qu'en fait, on avait le droit à la calculette pour les aires mais pas pour les calculs. Donc j'ai fait d'abord les calculs et ensuite les aires.

C : D'accord.

O : Parce que je savais que j'allais aller plus vite sur les calculs. Pour que j'ai plus de temps sur les aires.

C : OK. Tu t'es laissée un peu temps pour faire les exercices sur les aires. Et est-ce que tu te souviens comment tu les as abordés, ces exercices ?

O : euh oui. Ben…Enfin j'ai pas trop bien compris la question.

Je lui donne le sujet.

C : Comment tu as fait pour l'exercice 5 ?

O : Ben en fait y 'avait les euh les propriétés et elles étaient pour calculer bah j'ai regardé les mesures et j'ai fait… calculé par rapport aux propriétés qu'on avait appris.

C : D'accord. Et alors, ce que tu pensais qui allait tomber, est-ce que c'est tombé ?

O : Oui.

C : Comment tu as fait pour réviser ? Pour préparer ce contrôle ? Tu te souviens ?

O : J’ai commencé par des exercices pour m’entraîner et après j’ai fait la leçon.

C : Quels exercices as-tu fait ?

O : Euh ! Je me souviens plus des numéros.

C : Tu peux prendre ton cahier ou ton livre si tu veux.

Elle ouvre son cahier et feuillette.

O : Je fais ceux que j’ai pas réussis.

C : D’accord.

O : Euh...j’ai fait, je crois, le 2 oui le page 163.

C : Le 2 page 163.

O : Oui c’est ça, et le 3 aussi.

C Et autre chose ?

O : Non.

C : Tu as mis combien de temps pour réviser ?

O : Mmh… je sais pas une heure environ.

C : Et alors tu m’expliques comment on fait le 2 ?

O : Euh oui. C’est simple, on fait le côté fois la hauteur, on trouve le résultat et on divise par deux.

C : Donc ici…

O : Oui on fait 5 × 2 divisé par 2.

C : D’accord et le numéro trois tu m’expliques ?

O : Oui on multiplie les deux côtés.

C : C’est-à-dire, les deux côtés ?

O : Oui la verticale et l’horizontale.

C : Et ça fait ?

O : Euh …il faut compter.

C : Oui.

O : 5 × 3 et 4,5 fois 2.

C : D’accord et après tu as fait autre chose pour réviser ?

O : Oui après j’apprends la notion.

C : D’accord laquelle ?

O : C‘est la notion 31.

C : D’accord comment l’as-tu apprise ?

O : J’ai relu les propriétés.

C : C'est quoi les propriétés, pour toi ?

O : Ben comment on fait.

C : Et alors comment on fait ?

O : Pour le triangle ?

C : Oui.

O : On multiplie les deux et après on divise par deux. Et le parallélogramme on multiplie les deux chiffres.

C : C'est ce que tu as appris, quand tu dis que tu as lu la leçon ?

O : Oui.

C : Tu m'avais parlé, si je ne me trompe pas, du livre de ta sœur, que tu regardais. C'est ça ?

O : Oui.

C Est-ce que tu l'as regardé pour les aires ?

O : Oui, j'avais un exercice à faire à la maison que j'arrivais pas et ma mère elle comprenait pas non plus. Alors j'ai regardé dessus.

C : Tu as regardé quoi sur ce livre ?

O : J'ai regardé les leçons.

C : Et tu regardes pas les leçons de Madame B ?

O : Si mais j'avais pas compris la leçon.

C : Et cela t'a permis de réussir ?

O : Oui j'ai fait quelque chose avec ma mère mais je crois que c'était faux. J'ai pas compris…Y'avait trop de lettres des ABHC…je me souviens plus.

C : Et pour tes révisions, tu l'as regardé ?

O Non, je n'ai pas eu besoin.

C : Tu sais comment s'appelle ce livre ?

O : Le bled des maths.

C : Alors on regarde ton contrôle un peu ensemble. Alors Ophélie. Ophélie, c'est celui-là.

Je lui donne sa copie.

Alors, tu t'attendais à cette note ? Un peu plus ?

O : Euh…oui un peu plus.

C : Tu t'attendais à peu près à quelle note ?

O : Euh 10.

C : D'accord. On regarde ensemble les exercices sur les aires, donc l'exercice cinq. Donc là pour le premier tu as fait 10 × 4 et tu as divisé par deux. Alors, est-ce que tu comprends ce que tu as fait faux ?

Sur la copie le professeur a marqué « c'est l'aire de HAT !! »

O : Oui j'ai calculé celui-là, HAT au lieu du grand.

C : Et alors, comment aurait-on dû faire pour calculer l'aire du grand ?

O : Euh…

C : Euh alors, oui, pour le disque, tu as mis pi fois 60. Qu'est-ce qui est faux ici d'après toi ?

Long Blanc

O : Euh …. On fait pi fois rayon fois rayon. Pi fois 30 × 30.

C : Et donc combien font 30 × 30 ?

O : Euh …60.

C : Et non 30 × 30 ?

O : Ah ! 600 !

C : Alors, non. 3 × 3 ?

O : 9.

C : Oui 9. Donc 30 × 30 ?

O : ah oui 90.

C : Euh non …pas 90 pas 3 × 30

O : Euh oui oh 900.

C : Alors on regarde le parallélogramme maintenant. Tu as fait 12 × 5.

Alors. Qu'est-ce que tu en penses ? Qu'est-ce qui n'est pas bon ?

Blanc

C : Alors reprend ton cahier de leçons.

Elle ouvre son cahier, elle lit.

O : C'est côté fois hauteur. Et moi j'ai fait la longueur fois la largeur.

C : Effectivement tu as fait un côté multiplié par un autre côté.

Blanc …

C : Comment on la reconnaît, la hauteur du parallélogramme ?

O : Je sais pas ce que c'est, la hauteur.

C : Ok. La hauteur, elle est perpendiculaire à la base, au côté, ici il fallait faire 5 comme côté par la hauteur 11,3. Ok. On passe à l'exercice 6.

O : Alors là j'ai rien compris. Il fallait tout calculer et avec ce petit bout mais …

C : Tu as fait 12 × 15 c'est l'aire du parallélogramme.

O : Ben j'ai vu un parallélogramme alors j'ai multiplié les deux chiffres et après le petit bout en haut je sais pas faire.

C : Alors comment tu calcules l'aire de ton parallélogramme ? Tu me l'as dit tout à l'heure.

O : Longueur fois hauteur. 15 × 12.

C : Quelle est la hauteur ?

O : 12.

C : Oui et quel est le côté perpendiculaire à cette hauteur ?

O : 15.

C : Perpendiculaire.

O : Ah ça mais on sait pas.

C : C'est un parallélogramme donc …

O : Il a les côtés les côtés opposés égaux. Ah c'est le même qu'ici !

C : Oui oui.

O : C'est 10.

C : Pas tout à fait.

O : C'est 20 ?

C : Oui.

O : C'est 12 euh fois 20.

C : Oui. Alors le petit bout comme tu dis ici qu'est-ce que c'est ?

O : Je connais pas ce truc. Là c'est un carré mais là ? ***(elle montre le quart de disque.)***

C : Essaie de le compléter. Qu'est-ce que ça donne ?

O : Ah oui c'est un disque. Pi fois 10.

C : Non pi fois rayon fois rayon.

O : Pi fois 10 fois 10.

C : Oui pour le disque entier mais ici…

O : Il faut diviser.

C : Oui par combien ?

O : je sais pas. ***Blanc***

Je retrace le disque entier et colorie un quart.

O : Ah par 4.

C : Ok tu as des questions sur ton contrôle ?

O : Euh …non.

AMBRE (8 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE.

A : J'ai pris mon cahier ...euh je sais pas s'il le faut ?

C : Oui exactement ! Si si, c'est très bien.

C : Alors Ambre, comment tu trouves le collège ?

A : Ben plutôt bien

C : Par rapport à l'école cela t'a fait beaucoup de changements ou pas trop ?

A : Non pas trop.

C : Non. Est-ce que tu as des loisirs ? tu fais du sport ?

A : Oui je fais beaucoup de danse.

C : D'accord alors beaucoup c'est ?

A : Cinq par semaine. Cinq fois par semaine.

C : Ah oui ! Quand même, ça fait pas mal !

C : Euh… tu habites loin du collège ?

A : Non non j'habite à Aigueperse.

C : D'accord. Du coup tu viens à pied, en voiture ?

A : En voiture.

C : Tu manges à la cantine ?

A : Oui.

C : Et comment tu trouves la cantine ?

A : Ça va c'est plus euh …Ça va.

C : Tu t'es fait beaucoup d'amis ?

A : Ah oui ! oui oui.

C : Alors si on parle maintenant un peu des maths comment tu trouves cette année en maths ?

A : Je trouve que c'est un peu plus dur que l'année dernière mais que c'est pas trop compliqué.

C : D'accord. Donc ça se passe plutôt bien.

Qu'est-ce que tu dirais, toi, de ton niveau en maths ?

A : Je dirais bon niveau.

C : OK. Qu'est-ce que vous travaillez avec mm B en ce moment ?

A : Les aires.

C : Oui et alors qu'est -ce que vous avez fait sur les aires ?

A : Ben on a revu les périmètres et les aires des quadrilatères et là maintenant on fait sur les cercles euh enfin les disques.

C : D'accord.

C : Tu me dis les quadrilatères qu'est-ce que vous avez vu ?

A : On a vu le parallélogramme : c'est la nouveauté de cette année et on a revu le carré, le rectangle et le triangle.

C : Ok

C : Donc ça tu connaissais déjà, carré, rectangle et triangle ?

A : Oui.

C : Et le disque que vous êtes en train de faire en ce moment c'était nouveau ?

A : Euh …non ! euh après je sais pas pour les autres mais moi je l'avais fait en primaire.

C : D'accord. Pas en 6e ?

A : Si en 6e aussi un petit peu en petit groupes mais plus en primaire.

C : Ah plus en primaire. D'accord.

Et le contrôle sur les aires et périmètres mme B elle vous l'a déjà annoncé ?

A : Euh non je crois pas je sais plus. Je crois pas.

C : Et alors pour réviser tu fais comment ?

A : Je relis les leçons, je relis les exercices.

Si y en a que j'ai vraiment pas compris mais c'est arrivé une ou deux fois depuis le début de l'année alors je prends un crayon, alors je les refais ou alors je demande à mes parents de m'interroger dessus.

C : D'accord. Ils t'interrogent ? c'est-à-dire ?

A : Ben soient ils me font réciter quand c'est des trucs à connaitre par cœur soient ils me posent des questions et je dois répondre le plus précisément possible.

C : D'accord.

Blanc …

C : Tu peux m'expliquer avec ton cahier ce que vous avez fait ?

A : Sur la notion 31 ?

C : Euh… oui c'est ça **(*elle ouvre son cahier.)***

A : Alors on a vu les propriétés et on a revu les cm^2 et les m^2 et comment on passait de l'un à l'autre

Que c'était pas comme les cm et les mm normaux.

Qu'on faisait deux colonnes au lieu d'une puis on a fait un peu d'exercices là-dessus.

C : Qu'est-ce que tu vas réviser ?

A : Sur calculer les dimensions d'une pièce et des calculs tout simple d'aires de figures et aussi on avait déjà des aires et il fallait trouver d'autres calculs sur la figure.

C : D'accord. *Elle tourne les pages.*

A : Et ben oui voilà. Et celui-là aussi.

C : C'est lequel celui – là ?

A : C'est le 1 page 163

Avec la formule ben là on avait en fait le calcul et il fallait dire de quelle figure il s'agit.

C : Ah d'accord !

C Et celui-là tu vas le regarder ?

A : Ah non non j'ai eu tout juste donc euh…*pff*. J'ai bien tout compris.

C : D'accord.

A : Là par exemple je risque de le regarder parce que j'ai eu pas mal faux. Et celui-là aussi. ***Elle montre sur son cahier.***

C : Alors le 4 tu me dis et et le 9. Et alors tu sais me dire pourquoi tu avais eu faux ?

A : Ben le 4 j'avais mal lu la consigne. Enfin...euh j'avais mal lu les dimensions des triangles j'avais inversé parce que j'ai pas mal de problèmes de vue et donc voilà. Déjà j'avais inversé les chiffres. Et le 9 j'avais oublié une phrase. J'avais oublié la phrase réponse.

C : Ah oui ! D'accord. Et alors et si dans le contrôle il y avait un exercice où tu misais dessus ça serait lequel ? Tu miserais sur lequel ?

Blanc

C : A coup sûr, tu dirais celui-là il va tomber !

A : Mmh

Ben je dirais un truc avec une pièce où il faut calculer les dimensions d'une pièce par exemple comme le 7 page 163. Fallait calculer les dimensions d'une longueur en ayant qu'une longueur je crois.

Blanc

C : Et donc il faut faire comment ?

A : Ben je sais plus je sais qu'il y avait qu'une longueur et l'aire ou alors avec le périmètre total

Et fallait trouver toutes les longueurs de la pièce, et c'était une pièce rectangulaire.

C : D'accord donc celui-là tu penses qu'il va tomber.

A : Oui un truc comme ça je pense.

C : Et pourquoi celui-là plus qu'un autre ?

A : Ben euh parce qu'il fait bien tout réviser je trouve et aussi parce mme B elle a bien insisté quand on l'a fait.

C : Ah c'est-à-dire ? elle a dit qu'il allait tomber ?

A : Non non mais dans sa voix, je sais pas, c'était pas comme d'habitude.

C : C'est-à-dire ?

Blanc …A : Ben je sais pas. Elle parlait fort.

C : D'accord. Il y a d'autres choses que tu utilises pour réviser ?

A : Euh. Euh …non non

Des fois je regarde les exercices du livre et aussi… aussi la leçon du livre.

C : D'accord. Qu'est-ce que tu regardes exactement sur le livre ?

A : Ben la leçon je regarde comment c'est dit.

Par exemple s'ils disent autrement ça m'aide à comprendre la leçon du cahier. Mais c'est pas tout le temps.

C : Alors tu peux m'expliquer dans quel cas alors ?

A : En général soit j'ai déjà fait avant, soit je comprends pas en cours la leçon qu'on est en train de faire et après je revois tout chez moi et je comprends assez vite, en général.

C : D'accord et comment tu fais pour revoir chez toi ?

A : Je prends la leçon du livre parce que ça complète les explications et en général je trouve toujours ce qu'il me faut.

C : D'accord. Est-ce que tes parents te donnent des conseils pour travailler ?

A : Oui.

C : Qu'est-ce qu'ils te disent ?

A : Oui ben de bien m'organiser ils me donnent des techniques en quelque sorte pour mieux apprendre les leçons

C : Ah ils te disent quoi alors ?

A : Ben ils me disent que s'il faut je …pour retenir les leçons il faut l'écrire ou la relire plusieurs fois ou la réciter ou alors des fois c'est eux qui me la lisent pour que je l'apprenne mieux quand je n'y arrive vraiment pas

C : D'accord.

C : Et donc si tu refais les deux exercices…euh le 4 et le 9 euh tu vas les refaire comment ?

A : j'ai un cahier où je fais toutes mes révisions. Oui j'ai un cahier de brouillon je fais aussi dessus mes devoirs maison.

Et je les refais après sur le …sur le papier du devoir maison parce que après si j'ai faux…

C : Comment tu sais que ce que tu fais est juste pour les devoirs maison ?

A : Ben en général je fais vérifier à mes parents sauf quand je pense que j'ai juste je fais pas vérifier mais quand j'ai un doute je fais vérifier.

C : Donc il y a des fois où tu es sûre que c'est juste et donc comment tu es sûre que c'est juste ?

A : En général sur les exercices que j'ai beaucoup faits et où je fais juste sur l'évaluation et les exercices en classe et aussi que j'ai déjà faits en primaire là je sais que c'est bon : je sais faire.

C : Oui tu l'as fait déjà depuis plusieurs années.

A : Oui.

C : Ok et donc tu as regardé la leçon du livre ?

A : Ben par exemple je regarde cette partie-là. ***(partie cours du livre).***

Quand j'ai pas trop compris sur ma fiche alors je regarde là, ça m'aide à comprendre.

C : Et tu demandes des fois à mme B ?

A : non plutôt à mes parents.

C : Bon merci il y a d'autres camarades dans la classe je vais te demander « motus et bouche cousue ». On garde la surprise pour les autres même ceux qui sont déjà passés.

A : Oui. D'accord.

C : Au revoir et merci.

A : Au revoir.

AMBRE (8 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : On regarde ta copie ensemble ? Quelle erreur as-tu fait ? Tu m'expliques ?

A : Oui. Là c'est bête je me suis trompée dans le résultat. Je ne sais pas ce que j'ai fait

Le numéro 2 est juste. Et le trois, pourtant bien côté multiplié par hauteur.

C : Est-ce que 9 est un côté ?

A : Non évidemment. Les côtés sont 5 et 12.

C : Oui et comment reconnais-tu la hauteur ?

A : Ah d'accord c'est avec l'angle droit. Ah oui ? C'est 5 multiplié par 11,3 ?

C : Oui tout à fait.

A : Le six, je l'ai bien réussi mais que je suis étourdie ! J'ai mal recopié !

C : Merci Ambre.

ALICIA (6 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Alors Alicia, dis-moi, comment se passe le collège ?

A : Bien ça va.

C : Est-ce que tu fais du sport ?

A : Non aucun. J'aime pas ça.

C : D'accord tu viens comment au collège ?

A : En bus.

C : Et tu manges à la cantine ?

A : Oui.

C : Et c'est bien ?

A : Oui très bien.

C : As-tu beaucoup d'amis ?

A : Oui j'en ai.

C : Et ton année en maths pour l'instant tu dirais qu'elle est comment ?

A : Ben pas terrible je me suis plus rattrapée au dernier trimestre mais bon j'ai eu des aides en maths avec mme B. Elle nous a pris en plus tellement on était nul !

C : Ah d'accord elle a pris qui ?

A : Ben un petit groupe dans la classe, on est environ 10 dans la classe pour le dernier trimestre et franchement avec ça, ça va mieux.

C : Et tu as bientôt contrôle ?

A : Ben oui lundi.

C : As-tu commencé à réviser ?

A : Oui j'ai commencé bien sûr.

C : Qu'est-ce que tu as fait ?

A : J'ai relu ma leçon : la notion 31 plus les aires des disques.

C : Comment tu fais pour la leçon ? Tu me dis, tu me montres ?

A : Alors c'est très simple, je cache et je récite les définitions

Ou alors c'est les parents qui me font réciter.

C : Et comment ils te font réciter ?

A : Ben…normal, ils me posent des questions mais pas dans l'ordre sinon, c'est trop facile !

C : D'accord tu as fait autre chose ?

A : Oui j'ai refait des exos chez moi et quand je n'y arrive pas mes parents m'aident.

C : Le contrôle, il porte sur quoi ?

A : Euh Sur plusieurs notions, ben la 31 et la 15 aussi.

C : C'est-à-dire ? C'est quoi ? ***Blanc***

C : D'accord et si tu misais sur un exercice qui allait tomber ? un exercice où tu te dis celui- là c'est sûr il est dans le contrôle ?

A : Euh des trucs où on devra dire les formes.

C : Quelles formes ?

A : Tout !

C : Quel matériel tu utilises pour réviser les maths ?

A : Je révise sur une feuille de brouillon.

C : Qu'est-ce que tu fais sur cette feuille de brouillon ?

A : J'écris la leçon et ensuite je fais des fiches.

C : Comment tu fais pour faire des fiches ?

A : Ben normal je regarde ce qui est important et je l'écris en abrégé.

C : D'accord Comment tu révises ?

A : Je cache et je récite les définitions ou les parents ***blanc.*** Ils me font réciter. Ils me posent des questions.

C : D'accord. Quoi d'autre pour réviser ?

A : mmh le livre et le cahier oui c'est tout.

C : D'accord. Est-ce que quelqu'un t'aide ? au collège ou chez toi ?

A : Oui mes parents mais pas les surveillants.

C : Quels conseils te donnent tes parents pour réussir ?

A : Euh…de se concentrer rester sur mon contrôle. Des fois je comprends très bien les consignes et des fois je comprends pas très bien alors ils me disent de bien lire les consignes pour éviter d'en oublier la moitié.

C : D'accord.

A : Ils me disent aussi de demander au professeur et de faire des exercices.

C : Et quand tu récites comment tu sais que tu sais ?

A : je sais. Parce que … je sais parce qu'au bout d'un moment je suis sûre de moi.

ALICIA (6 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Alicia. Tu as amené tes cahiers ou pas ?

A : Oui oui.

C : Alors, … vous avez eu le contrôle, oui ?

A : Oui.

C : Tu dirais que tu as préparé contrôle pendant combien de temps ?

A : Euh… une heure

C : Chez toi, en permanence ?

A : Ah oui, j'ai fait en permanence aussi donc chez moi une heure et une demi-heure en permanence.

C : Mme B ne vous a pas rendu ni les copies ni les notes ?

A : Oui.

C : Tu penses avoir réussi ou pas ?

A : euh… je sais pas moyen. Moyen je sais pas trop.

C : Ok comment tu t'y es pris pour faire ce contrôle ?

Est-ce que tu te souviens ?

A : Euh oui. Ben je me suis concentrée. J'ai enlevé tout ce qu'il y avait autour.

C : Tu as fait dans l'ordre ?

A : Oui parce qu'en fait le premier c'était du calcul mental. Et en fait, avec la feuille de contrôle on lui rendait la copie et après on avait la suite avec la calculette.

C : D'accord.

A : J'ai fait tout à la suite et je suis restée bien concentrée.

C : Tu as trouvé le devoir facile, difficile ?

A : Euh non franchement ça va.

A : Euh mais le dernier exercice difficile.

C : Long, court ?

A : Comme d'habitude

C : Surprenant, pas surprenant ?

A : Euh non je m'attendais à ça.

C : Euh… l'exercice sur lequel tu misais, il est tombé finalement ou pas ?

A : Non.

C : Comment tu avais révisé ce contrôle ? Est-ce que tu peux me dire exactement ce que tu as fait ?

A : J'ai fait les disques et après quand j'ai compris je suis passée à autre chose. J'ai relu ma leçon.

C : Alors attends laquelle ? Montre-moi.

A : Ben … c'est la 31.

C : Ok.

A : Mmh je cache et je récite ça ***(elle montre les formules)***. J'ai fait aussi une fiche outil.

C : Ah ! c'est-à-dire ?

Elle sort la fiche en question.

C : Est-ce que c'est possible, euh …est-ce que je peux la prendre en photos ?

A : Ah oui.

A : Après ma mère m'a fait réciter.

C : Sur la fiche ou la leçon de la classe ?

A : Sur la fiche.

C : Est-ce que tu peux me dire ce qu'elle te dit ?

A : Euh ben elle me pose la question, euh aire du rectangle et moi je lui dis la réponse pour savoir si je sais, mais pas dans l'ordre et elle le fait plusieurs fois aussi.

C : Et comment as-tu construite ta fiche ?

A : Avec le livre, j m'aide pour savoir quoi mettre.

C : Et comment tu fais pour savoir ?

A : Je sais avec la leçon du livre.

C : Quelle différence avec la leçon de la classe, de mme B ?

A : mmh oui mmh ***blanc*** je sais pas.

C : D'accord. Tu as fait autre chose ?

A : Je sais plus.

C : D'accord. Et les disques tu as fait comment ?

A : J'ai fait des exercices. J'avais rien compris.

C : D'accord. Quels exercices ? Montre-moi.

A : J'ai fait les exercices sur un brouillon, comme ça.

C : D'accord mais lesquels, ou quels numéros ?

Elle feuillette son cahier. Blanc

A : Je me souviens pas.

C : D'accord. Bon, je vais te rendre ta copie.

C : C'est Alicia ?

A : Oui.

C : Je te laisse regarder un peu

A : Waouh. Je suis trop bête.

C : On regarde ensemble l'exercice cinq et six. Est-ce que tu peux m'expliquer un peu tes erreurs ?

Est-ce que tu as compris, que tu as fait ?

A : Ben oui, j'ai euh là j'ai juste « juste » mais j'ai mis celui-là au lieu de celui-là.

C : D'accord. Ensuite on continue.

A : Celui-là c'est juste.

C : Alors après.

A : Ah ben j'ai oublié de le diviser par deux pour le parallélogramme.

C : Ah. On divise par deux pour le parallélogramme ?

A : Euh ben je sais plus. Euh non c'est peut-être pour le triangle.

C : Alors qu'est-ce qu'il fallait faire comme calcul ici ?

A : Fallait pas prendre 9. Je pense il fallait juste prendre 5.

C : mmh pourquoi il fallait juste prendre 5 ?

A : Ben parce que ça…

C : Le côté du parallélogramme c'est juste ça. Oui. Et alors le dernier ?

A : ben je voulais et après j'ai pas eu le temps et je…

C : Alors si on le refait ensemble.

A : Ben pour le triangle faut faire base fois hauteur. Je me suis trompée. Ah ..

C : Est-ce qu'on connait toutes les dimensions ?

A : Non.
C : Est-ce qu'on peut la connaitre ou pas ?

A : Je pense que oui.

C : Comment ?

Blanc

C : Tu as fait « parallélo » je suppose l'aire du parallélogramme ? c'est que tu as pas eu le temps d'écrire ?

Blanc

C : Tu as mis SERI. C'est un parallélogramme ?

A : Ah non ! C'est ça un parallélogramme ! Ah oui je me suis trompée oh la la !

C : Oui effectivement le parallélogramme est ici.

A : Donc il fallait faire 12 fois euh fois euh fois euh… 20 ?

C : Oui 12 fois 20

C : Bon merci Alicia.

BASTIEN (7,5 sur 10) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Alors Bastien, comment se passe le collège ?

B : Oh très bien.

C : Tu as trouvé dur par rapport à l'école, euh, la sixième ? Ou pas trop ?

B : La sixième ça allait. La cinquième commençait à aller plus dur. Ben logiquement mais ça va.

C : Est-ce que tu habites loin du collège ?

B : Non 5 à 10 Km.

C : Tu viens en bus, en voiture ?

B : En bus.

C : Du coup, tu pars tôt le matin ?

B : mmh non.

C : Non pas trop. Et alors, tu manges à la cantine ?

B : Ouiais.

C : Et alors c'est bien la cantine ?

B : Ouiais. Ça dépend des repas.

C : Et tu t'es fait beaucoup de copains ici ?

B : Oui.

C : Et ton année en maths ?

B : Oh ! Très très bien.

C : Ok. Donc tu dirais que ton niveau en maths est…très bon niveau, bon niveau.

B : Je me débrouille.

C : Vous avez travaillé sur les airs avec Madame B ? Tu peux me raconter ce que vous avez fait ?

B : Ben on a appris à calculer l'aire de plusieurs quadrilatères.

C : mmh mmh.

B : Plus en particulier le parallélogramme parce que les autres on les connaissait déjà.

C : Ah oui.

B : Et on a appris à le calculer.

C : Ok. Et donc vous avez contrôle ? Bientôt ?

B : Euh oui…je sais plus.

C : Et donc ce futur contrôle, comment tu fais pour réviser ?

B : Je relis mes leçons.

C : Tu as ton cahier, du coup ? Tu peux me montrer comment tu révises ?

B : Oui***. Il ouvre son cahier.***

B : Elle nous donne à chaque fois des bouts de papier avec les leçons, donc je relis toutes les phrases et j'essaie de les connaître.

C : D'accord. Et là la phrase qu'il faudrait connaître ça serait quoi ?

B : La longueur d'un cercle est appelée périmètre d'un cercle ou circonférence du cercle. Il y a aussi la formule de l'aire d'un disque.

C : Ok. Et alors ta leçon tu la fais comment ? Tu relis … ?

B : Ben par petits bouts

C : Et tu récites ?

B : Non je les lis dans ma tête.

C : Et donc tu as d'autres fiches ? Ou il n'y a que celle-là ?

B : Non. Il y a l'autre avec toutes les formules des aires. L'aire du rectangle, du carré, du triangle, du parallélogramme.

C : D'accord et celle-là tu vas l'apprendre ?

B : Non. Je la connais déjà. On connait déjà les 3. Il n'y a que l'aire du parallélogramme mais c'est comme un rectangle sauf que c'est longueur par hauteur.

C : C'est-à-dire ?

B : Ben là tu peux faire un rectangle. C'est ma mère qui me l'a dit***. Il me montre le morceau à déplacer.***

Je me souviens que c'est comme un rectangle.

C : Ok ***blanc.***

Et si tu misais sur quelque chose qui allait forcément tomber au contrôle, tu te dis à coup sûr, ça ça va tomber ?

B : Je dirais l'aire d'un disque et l'aire d'un parallélogramme.

C : Alors pourquoi ceux-là ?

B : Parce que c'est ceux qu'on est en train d'étudier le plus.

C : D'accord.

B : Et peut-être des triangles peut-être.

C : Peut-être des triangles mes pas sûr. Ok. Tu fais autre chose que la leçon pour réviser ?

B : non, que la leçon.

C : est-ce que tu as quelqu'un qui t'aide ?

B : Oui des fois ma mère. Quand je comprends pas trop trop les leçons, des fois elle m'aide.

C : D'accord. Et elle t'aide comment ?

B : Elle me réexplique d'une autre façon. Elle regarde le livre.

C : mmh mmh.

B : Parce que sur le livre il y a aussi des leçons sur la première page. Des fois quand je comprends pas les leçons je regarde sur le livre dessus. C'est ma mère qui m'a dit de faire comme ça.

C : Ok. Euh… ta maman, elle te donne des conseils pour travailler ?

À l'école ou en maths ?

B : Non pas trop parce qu'elle sait que j'y arriverai.

B : A part dans certaines matières. Mais en maths oui j'y arrive.

C : Et pour réviser d'habitude tu fais toujours la même chose, ou pas forcément ?

B : Oui je fais toujours la même chose je relis la leçon petits bouts par petits.

C : Et dans la séance sur les aires et périmètres, tu peux me parler des exercices que vous avez faits ?

B : Ben oui, là elle donne des exercices à chaque fois de la veille pour le lendemain alors c'est pas toujours sur les aires.

Là là…c'était l'aire de rectangles, de plusieurs carrés, d'un triangle rectangle et d'un triangle quelconque.

C : D'accord.

B : Après elle nous avait dit de mettre à chaque fois la formule pour calculer et puis c'est à chaque fois à peu près la même chose.

Il y a aussi un exercice qu'on a fait il y a pas très longtemps sur un terrain de basket.

C : Ouiais.

B : J'avais fait d'une toute autre façon et j'y étais presque il y avait juste la dernière ligne de calcul que je n''avais pas réussie. J'étais à 1 ou 2 m².

C : C'était le numéro combien, ça ?

B : Celui page 166.

C : Donc toi tu avais fait comment ?

B : Ben j'ai calculé.

Il fallait calculer ce rectangle et après les cercles et tout. Et en fait, j'ai pas fait du tout pareil en fait j'ai calculé en enlevant la moitié du carré et en arrondi et ça donnait une valeur pas très loin.

C : Mmh mmh. Ok d'accord et tu travailles chez toi ? En permanence ?

B : Ben si j'ai mon cahier de maths, je fais en perm sinon chez moi.

C : Ok. Est-ce que je peux prendre en photo l'exercice que tu avais fait ? Cela ne te dérange pas ?

B : Non non.

C : Voilà je te remercie.

B : De rien.

C : Je te demanderai juste de ne pas parler aux autres de ce dont on a parlé.

Merci, au revoir.

B : Au revoir.

BASTIEN (7,5 sur 10) Entretien POST-CONTROLE.

C : Alors comment ça va Bastien depuis la dernière fois ?

B : Toujours aussi bien.

C : Toujours aussi bien.

C : Alors tu as fait le contrôle lundi ? Est-ce que tu penses avoir réussi ?

B : Oui.

C : Est-ce que tu peux m'expliquer comment tu t'y es pris pour faire ce contrôle ?

B : Ben pareil que je vous avais dit. J'ai relu toutes les leçons qu'on a faites.

C : Lesquelles ? Tu sais je ne me souviens plus.

B : Celle des aires des disques et celle des aires de polygones.

Je récite dans ma tête petits bouts par petits bouts.

C : C'est-à-dire ? Quel est le premier petit bout ?

B : La formule de l'aire du disque. Je me dis cela permet de savoir calculer l'aire d'un disque et puis ensuite le périmètre c'est pareil que la circonférence. J'apprends la formule aussi et je vois qu'elles se ressemblent mais que ce ne sont pas les mêmes.

C : Quelle est la formule du périmètre du cercle ? tu peux me la rappeler ?

B : Oui c'est 2 pi R.

C : D'accord. Et après ?

B : Après j'ai appris les formules des aires des polygones.

C : Comment as-tu fait ?

B : Pareil. Mais là c'était plus facile car je connaissais déjà le triangle, le carré et le rectangle.

C : D'accord. Tu as appris quoi alors ?

B : Seulement le parallélogramme.

C : Tu as fait autre chose pour réviser ?

B : Non c'est tout.

C : Et pendant le contrôle ? Elle a distribué la feuille et après…

B : J'ai fait ceux qui pour moi étaient plus faciles et après j'ai fini par les plus difficiles.

C : Tu te souviens ce qui était plus facile, difficile ?

B : Pour moi les calculs d'aires c'était le plus facile.

C : Ok. Au niveau de tes révisions tu as mis combien de temps en tout ?

B : En tout, euh… 30 minutes.

C : Tout chez toi ?

B : Oui.

C : Ok. L'exercice sur lequel tu avais misé, il est tombé ?

B Euh…je sais plus.

C : Comment as-tu trouvé le devoir facile ou difficile ?

B : Plutôt facile.

C : Plutôt long ou plutôt court ?

B : Long.

C : Plutôt surprenant, ou pas du tout surprenant ?

B : Entre les deux.

C : Tu saurais expliquer pourquoi ?

B : Il y avait des exercices que je m'attendais pas et d'autres oui.

C : Alors euh enfin à quoi tu ne t'y attendais pas ?

B Euh…

C : Au niveau des aires au niveau des calculs ?

B : Au niveau des aires. Le dernier il était plus complexe.

C : Je vais te donner ton contrôle du coup. Je te laisse un peu de temps pour le regarder

C : Bastien hop !

Blanc

C : On regarde ensemble ce que tu as fait faux ? Est-ce que tu pourrais m'expliquer un peu, là ?

Là le début est-ce que c'était juste ?

B : Oui le triangle c'est bon. Mais l'unité pour le disque c'est pas bon.

C : Pourquoi ?

B : J'ai mis 900 Pi et j'ai mal arrondi. Mais je sais pas pourquoi. Pi c'est pas la bonne unité. Valeur exacte et valeur approchée j'ai jamais compris.

C : Pour toi, pi c'est un nombre ou une unité ?

B : C'est une unité.

C : Alors on passe à la question suivante. Est-ce que tu vois ton erreur ?

B : Je comprends pas parce que j'ai calculé tout et j'ai enlevé cette partie.

C : D'accord. Le tout, c'est-à-dire EOMR ?

B : Oui et j'ai enlevé RGE.

C : Quelle forme a EOMR ?

B : Un parallélogramme.

C : Eh…

B : Ah un trapèze.

C : Tu sais calculer l'aire d'un trapèze ?

B : Et non c'est pour ça.

C : Comment pouvait-on calculer cette aire ?

Blanc ….

C : Quelle est la formule à utiliser ?

B : Le parallélogramme, longueur fois hauteur

La longueur est 12 et la hauteur, je sais pas.

C : Ok. L'exercice 6, c'était derrière.

B : C'est encore une erreur d'arrondis.

C : Et bien voilà. Tu as d'autres choses à me dire sur ton contrôle, des commentaires ?

B : euh…non.

C : Alors je le récupère et c'est Madame B qui le rendra. Et je te remercie.

B : Au revoir.

10.28 Annexe 28 Manuels de y_1 et de y_2

10.28.1 Maths 6e, collection dimension, Hatier,2016

CHAPITRE 8

Aires et volumes

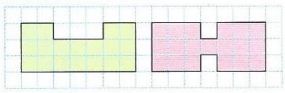
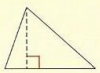
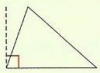
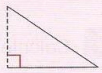
Te rappelles-tu ?

QCM

ÉVALUATION DIAGNOSTIQUE



Pour chaque question, trouve la ou les bonne(s) réponse(s) parmi celles proposées.

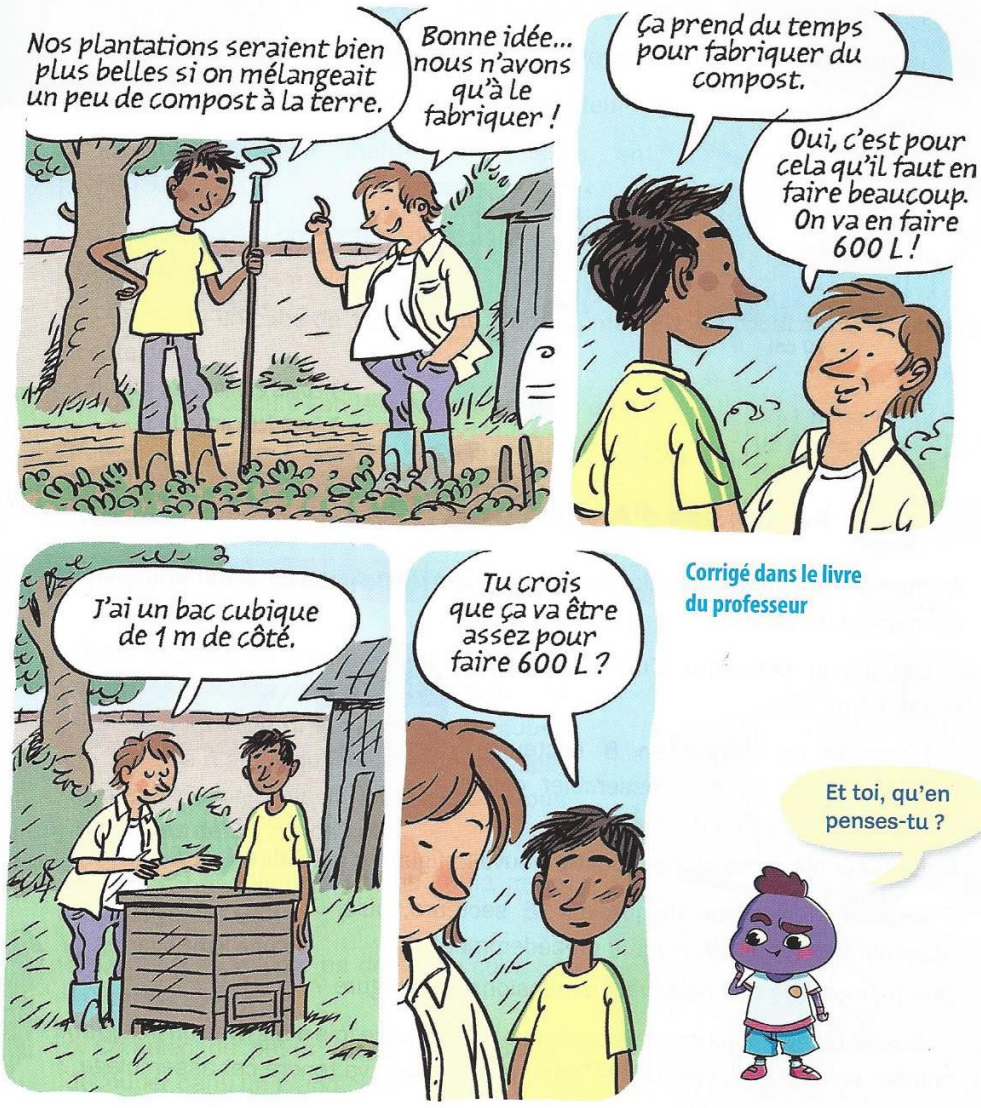
		A	B	C
1	1 200 mm =	12 m	1,2 m	12 dm
2	La surface qui a la plus grande aire est : 	la verte	la rose	elles sont identiques
3	L'aire de cette figure vaut (1 carreau = 1 unité d'aire) : 	6	6,5	7
4	Le triangle dans lequel une hauteur est représentée est :			
5	60 m² =	6 000 dm²	6 000 cm²	6 dam²
6	180 cL =	1,8 L	18 dL	18 daL
7	La plus grande contenance est :	0,006 hL	0,75 L	50 cL

Je prends un bon départ



→ Voir Dico-maths p. 32, 42 à 44, 47 & 48

- Utiliser les unités usuelles de longueurs → 7 et 8 p. 119
- Comparer des surfaces selon leur aire → 28 p. 121
- Mesurer ou estimer l'aire d'une surface à l'aide d'un réseau quadrillé → 29 et 30 p. 121
- Reconnaitre la hauteur d'un triangle → 27 p. 121
- Utiliser les unités usuelles d'aires → 31 et 32 p. 121
- Utiliser les unités de contenance → 35 et 36 p. 121



Corrigé dans le livre du professeur

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

Ce que je vais apprendre

- Calculer l'aire d'un carré, d'un rectangle et d'un triangle
- Calculer l'aire d'un disque
- Calculer le volume d'un pavé droit et d'un cube
- Convertir des unités de volume et de contenance

Je découvre

Activités disponibles en format modifiable

ACTIVITÉ 1 Et si on mettait les voiles ?

RAISONNER — env. 20 min

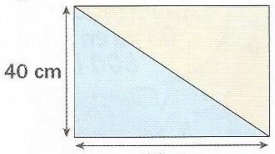
Florence est férue de voile. Elle décide de fabriquer un modèle réduit de dériveur. Elle commence par la voile qui doit être triangulaire. Elle dispose d'un morceau de tissu rectangulaire et voudrait découper un triangle le plus grand possible. Elle hésite entre trois configurations.

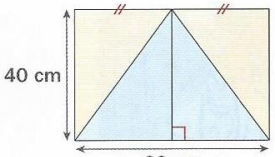


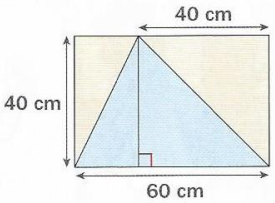
- Peux-tu l'aider à choisir ?



Et si on comparait les aires ?







→ Cours et méthode page 162
→ Exercices page 163

ACTIVITÉ 2 Sur les pas d'Archimède

CALCULER — env. 40 min

Archimède fut l'un des premiers à estimer l'aire d'un disque en s'appuyant sur un découpage de celui-ci.

a. Calculer le périmètre d'un disque de rayon 3 cm.

b. Découper ce disque en 8 secteurs identiques (fig. 1), puis assembler ces secteurs selon la figure 2 ci-contre.

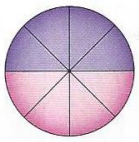


Fig. 1

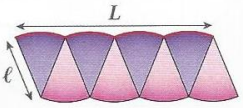


Fig. 2

Déterminer les dimensions de cette nouvelle figure, c'est-à-dire ℓ et L.

c. Découper ce même disque en 16 secteurs, puis effectuer l'assemblage comme précédemment.

Que peut-on dire des nouvelles dimensions de la figure ?

L est la longueur d'une ligne courbe.



d. Si on répète le découpage de ce disque une nouvelle fois mais avec un très grand nombre de secteurs, vers quelle figure géométrique va tendre cet assemblage ?

e. Calculer l'aire de cette figure.

f. Quelle déduction peut-on faire sur l'aire du disque ?

g. Faire une conjecture permettant de déterminer l'aire d'un disque en fonction de son rayon r.

→ Cours et méthode page 162
→ Exercices page 163

ACTIVITÉ 3 Une rangée de plus pour ranger

RAISONNER — env. 20 min

Un collège veut améliorer sa gestion des déchets. Il installe un container de 5 m de longueur, 3 m de largeur et 2 m de hauteur. Il stocke ses déchets dans des caisses cubiques de 1 m d'arête avant de les entreposer dans le container.



a. Combien peut-on mettre de caisses en largeur ?

b. Combien peut-on mettre de caisses en hauteur ?

c. Combien peut-on mettre de caisses en longueur ?

d. Combien peut-on mettre de caisses dans le container ?

e. On dit qu'un cube de 1 m d'arête a un volume de 1 m^3. Quel est le volume du container ?

f. Comment calcule-t-on le volume d'un pavé droit ?



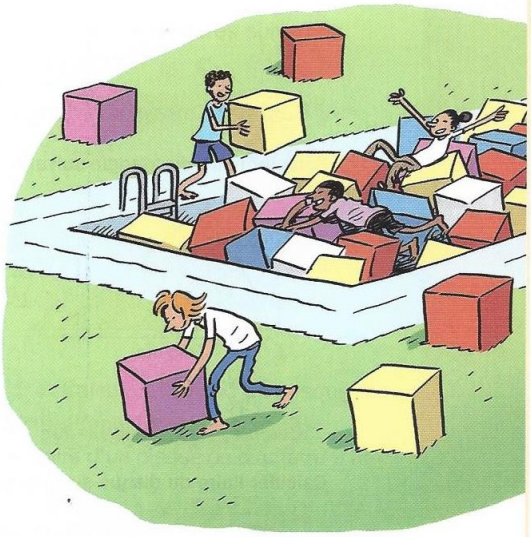
1 m^3 se lit un mètre cube.

→ Cours et méthode page 164
→ Exercices page 165

ACTIVITÉ 4 Une piscine qui mousse

CALCULER — env. 20 min

Dans sa salle de jeux, Monsieur Kesconri désire aménager une piscine remplie de cubes en mousse. Il commande des cubes de 1 mètre d'arête qu'il décide de recouper lui-même pour obtenir des cubes tous identiques de 10 cm de côté.



a. Quel est le volume d'un cube de 1 m de côté ?

b. Quel est le volume en dm^3 d'un cube de 10 cm de côté ?

c. Combien de petits cubes va-t-il pouvoir découper dans un grand cube ?

d. Combien y a-t-il de dm^3 dans 1 m^3 ?

e. Combien y a-t-il de cm^3 dans 1 m^3 ?



Mais combien y a-t-il de dm^3 dans 1 m^3 ?

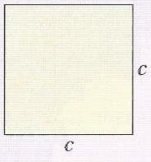
→ Cours et méthode page 164
→ Exercices page 165

J'apprends

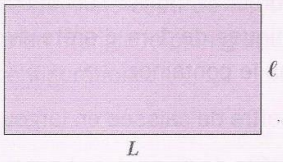
1 Aires des figures usuelles



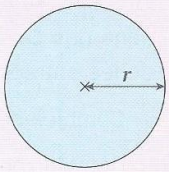
L'**aire** d'une figure est la mesure de sa surface.
L'unité légale de l'aire est le **mètre carré** (m^2).



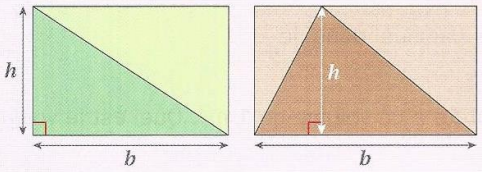
Aire du carré :
$\mathcal{A} = c \times c$



Aire du rectangle :
$\mathcal{A} = L \times \ell$



Aire du disque :
$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$



Aire du triangle : $\mathcal{A} = b \times h \div 2$

h est la hauteur du triangle et b est la base du triangle.
Une valeur approchée de π est 3,14.



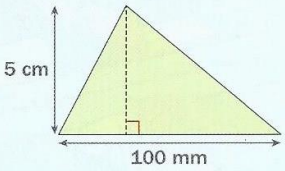
EXEMPLE

- L'aire d'un rectangle de largeur 3 m et de longueur 4 m est :
$\mathcal{A} = L \times \ell = 3 \times 4 = 12$ m².
- L'aire d'un disque de rayon 4 m est : $\mathcal{A} = \pi \times r \times r \approx 3{,}14 \times 4 \times 4 \approx 50{,}24$ m².

MÉTHODES

Calculer l'aire d'un triangle

Calculer l'aire du triangle suivant.

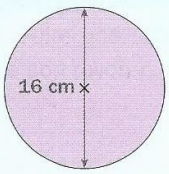


100 mm = 10 cm
La base mesure donc 10 cm.
$\mathcal{A} = 10 \times 5 \div 2 = 25$ cm².
L'aire du triangle est 25 cm².

- Pour calculer une aire, toutes les longueurs doivent avoir la même unité, ici le cm.
- Tu calcules l'aire du triangle à l'aide de la formule :
$\mathcal{A}$ = base × hauteur ÷ 2.

Calculer l'aire d'un disque

Calculer l'aire du disque suivant en prenant $\pi \approx 3{,}14$.



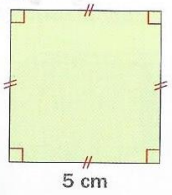
$r = 16 \div 2 = 8$
Le rayon du disque est 8 cm.
$\mathcal{A} = \pi \times 8 \times 8 \approx 3{,}14 \times 64 \approx 200{,}96$ cm²
L'aire du disque est environ 200,96 cm².

- Pour calculer l'aire d'un disque, tu dois connaitre son rayon.
- Tu calcules l'aire du disque à l'aide de la formule :
$\mathcal{A} = \pi \times r \times r$.

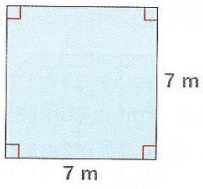
Calculer l'aire d'un carré ou d'un rectangle

1 Calculer l'aire des figures suivantes.

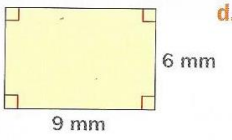
a.



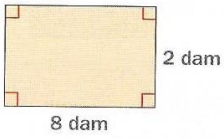
b.



c.



d.



2 **a.** Calculer l'aire d'un carré de 2,3 mm de côté.

b. Calculer l'aire d'un rectangle qui a une largeur de 2,7 cm et une longueur de 5,6 cm.

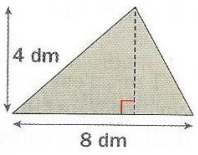
3 **a.** Un carré a une aire de 9 m². Quelle est la longueur en mètres d'un côté ?

b. Quelle est la largeur en mètres d'un rectangle qui a une aire de 63 m² et une longueur de 9 m ?

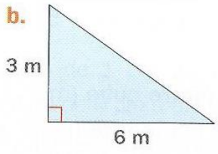
Calculer l'aire d'un triangle

4 Calculer l'aire des figures suivantes.

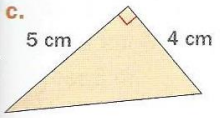
a.



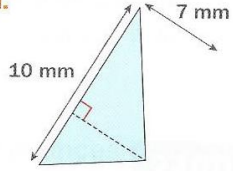
b.



c.



d.

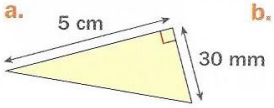


5 **a.** Calculer l'aire d'un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesurent 13 cm et 4 cm.

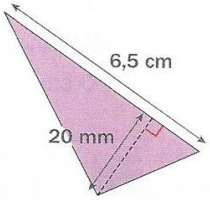
b. Calculer l'aire d'un triangle dont la base est de 6 cm et la hauteur relative est de 7 cm.

6 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.



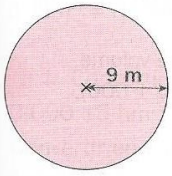
b.



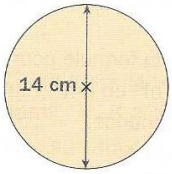
Calculer l'aire d'un disque

7 Calculer l'aire des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



b.



8 **a.** Calculer l'aire d'un disque de rayon 3,5 cm. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

b. Calculer l'aire d'un disque de diamètre 9 hm. Prendre $\pi \approx 3{,}14$. .

9 En utilisant la touche π de la calculatrice, calculer :

a. l'aire d'un disque de diamètre 7,6 dm.

b. l'aire d'un disque de rayon 0,5 km.

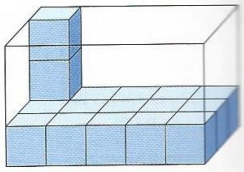
J'apprends

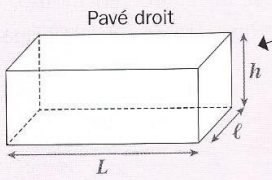
2 Volumes

Le **volume** d'un pavé droit (ou parallélépipède rectangle) est égal au nombre de cubes unités qui le remplissent totalement.

EXEMPLE

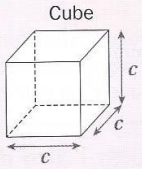
Il faut 45 cubes unités pour remplir le pavé droit ci-contre.
$5 \times 3 = 15$: il y a 3 rangées de 5 cubes, donc 15 cubes par étage.
$15 \times 3 = 45$: il y a 3 étages de 15 cubes, donc 45 cubes.





Volume du pavé droit
$\mathcal{V} = L \times \ell \times h$

Volume du cube
$\mathcal{V} = c \times c \times c$



EXEMPLE

Le volume d'un cube de 5 m de côté est $\mathcal{V} = c \times c \times c = 5 \times 5 \times 5 = 125$ m^3.

L'unité légale de mesure d'un **volume** est le **mètre cube** (m^3).
L'unité usuelle de mesure d'une **contenance** est le **litre** (L).
Il existe une équivalence entre les unités de volume et les unités de contenance : 1 L = 1 dm^3.

1 m^3, c'est le volume d'un cube dont tous les côtés mesurent 1 m.



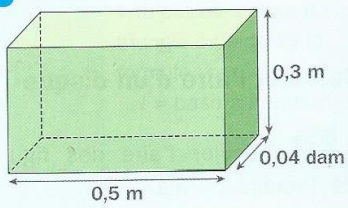
EXEMPLE

80 cm^3 = 0,08 dm^3 = 0,08 L = 80 mL.

MÉTHODES

Calculer des contenances

Calculer la contenance de ce pavé droit en litres.

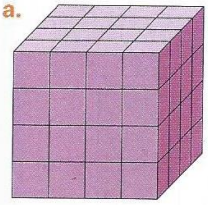


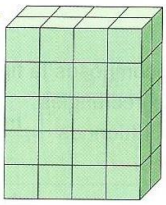
$L = 0{,}5$ m, $\ell = 0{,}4$ m et $h = 0{,}3$ m
$\mathcal{V} = L \times \ell \times h = 0{,}5 \times 0{,}4 \times 0{,}3 = 0{,}06$
Le volume du pavé droit est 0,06 m^3.
$0{,}06 \times 1\,000 = 60$,
0,06 m^3 = 60 dm^3
60 dm^3, c'est 60 L.
La contenance du pavé droit est 60 L.

- Pour calculer un volume, toutes les longueurs doivent avoir la même unité.
Tu peux alors appliquer la formule pour calculer le volume.
- En convertissant les m^3 en dm^3 (multiplier par 1 000), tu peux obtenir la contenance.
- Tu sais que 1 L = 1 dm^3.

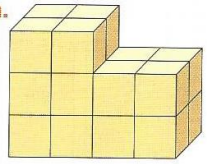
Calculer un volume

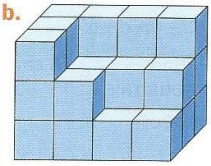
10 Pour chaque solide, indiquer le nombre de cubes unités.

a. 

b. 

11 Pour chaque solide, indiquer le nombre de cubes unités.

a. 

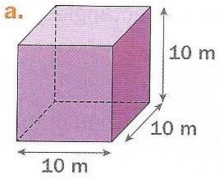
b. 

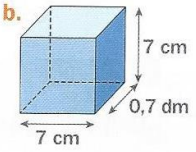
12 **a.** Combien de cubes de 1 cm d'arête peut-on mettre dans un cube de 6 cm d'arête ?

b. Calculer le volume d'un cube de 5 cm d'arête.

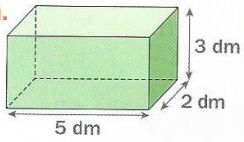
c. Calculer le volume d'un pavé droit dont la longueur est 6 m, la largeur est 4 m et la hauteur est 3 m.

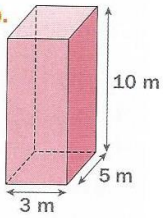
13 Calculer le volume des cubes suivants.

a. 

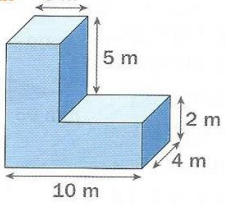
b. 

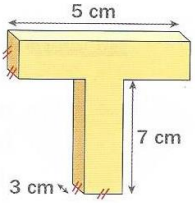
14 Calculer le volume des pavés droits suivants.

a. 

b. 

15 Calculer le volume des solides suivants composés de pavés droits.

a. 

b. 

Calculer des contenances et convertir des unités de volume

16 Effectuer les conversions suivantes.

a. 3 L = … cL **b.** 0,7 hL = … L

c. 5,5 dL = … mL **d.** 950 daL = … hL

17 Effectuer les conversions suivantes.

a. 7 m^3 = … dm^3 **b.** 0,456 m^3 = … dm^3

c. 8,7 dam^3 = … m^3 **d.** 0,006 dam^3 = … m^3

e. 1 mm^3 = … cm^3 **f.** 6 500 m^3 = … dam^3

18 **1.** Convertir en m^3 les volumes suivants.

a. 0,000 15 hm^3 **b.** 3,5 dam^3 **c.** 8 400 dm^3

2. Convertir en L les volumes suivants.

a. 5 dm^3 **b.** 3 m^3 **c.** 4 500 cm^3

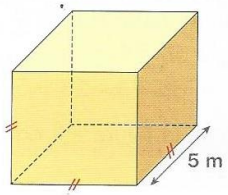
19 Effectuer les conversions suivantes.

a. 1 L = … cm^3 **b.** 50 dm^3 = … dL

c. 2 cm^3 = … mL **d.** 75 hL = … m^3

e. 350 cm^3= … L **f.** 5,5 mL = … mm^3

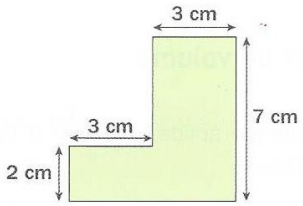
20 Calculer la contenance en L, puis en daL du solide suivant.



J'apprends

3 Résolution de problème

ÉNONCÉ 1 Calculer l'aire de la figure ci-contre, composée de rectangles.



RÉSOLUTION

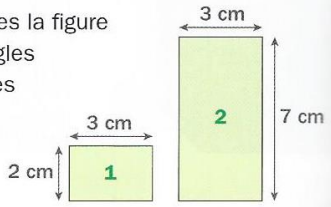
On peut utiliser différentes méthodes.

Solution 1

$\mathcal{A}_{\text{rectangle 1}} = L \times \ell = 3 \times 2 = 6$
$\mathcal{A}_{\text{rectangle 2}} = L \times \ell = 7 \times 3 = 21$
$\mathcal{A}_{\text{figure verte}} = 6 + 21 = 27$

L'aire de la figure verte est 27 cm².

• Tu décomposes la figure en deux rectangles et tu additionnes les aires.

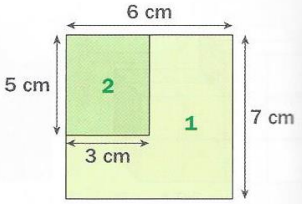


Solution 2

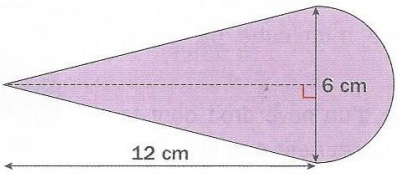
$\mathcal{A}_{\text{rectangle 1}} = L \times \ell = 7 \times 6 = 42$
$\mathcal{A}_{\text{rectangle 2}} = L \times \ell = 5 \times 3 = 15$
$\mathcal{A}_{\text{figure verte}} = 42 - 15 = 27$

L'aire de la figure verte est 27 cm².

• Tu décomposes la figure en deux rectangles et tu soustrais les aires.



ÉNONCÉ 2 Calculer l'aire de la figure ci-contre, composée d'un triangle et d'un demi-disque. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.



L'aire d'un demi-disque, c'est l'aire d'un disque divisée par deux.



RÉSOLUTION

Calcul de l'aire du triangle

$\mathcal{A}_{\text{triangle}} = b \times h \div 2 = 12 \times 6 \div 2 = 36$

L'aire du triangle est 36 cm².

• Cette figure est composée d'un triangle et d'un demi-disque. Tu calcules l'aire du triangle :

$\mathcal{A} = b \times h \div 2.$

Ici, $h = 12$ cm et $b = 6$ cm.

Calcul de l'aire du demi-disque

$\mathcal{A}_{\text{demi-disque}} = \pi \times r \times r \div 2$
$\approx 3{,}14 \times 3 \times 3 \div 2 \approx 14{,}13$

L'aire du demi-disque est environ 14,13 cm².

• Tu calcules l'aire du demi-disque :

$\mathcal{A} = \pi \times r \times r \div 2.$

Le diamètre du disque est 6 cm, donc le rayon est 3 cm.

Calcul de l'aire totale

$\mathcal{A}_{\text{totale}} = \mathcal{A}_{\text{triangle}} + \mathcal{A}_{\text{demi-disque}}$
$\approx 36 + 14{,}13 \approx 50{,}13$

L'aire de la figure est environ 50,13 cm².

• Tu additionnes les deux aires trouvées afin d'obtenir l'aire totale.

Je m'entraine

Diaporama

CALCUL MENTAL

31 **a.** 8×8 **b.** 5×5 **c.** 10×10
d. 7×7 **e.** 3×3 **f.** 9×9
g. 6×6 **h.** 11×11 **i.** 4×4

32 **a.** $3 \times 4 \div 2$ **b.** $100 \times 5 \div 2$
c. $8 \times 4 \div 2$ **d.** $50 \times 4 \div 2$
e. $6 \times 7 \div 2$ **f.** $25 \times 4 \div 2$

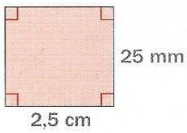
33 **a.** 37×100 **b.** $0{,}23 \times 10$
c. 254×10 **d.** $7{,}58 \times 1\,000$
e. $21 \times 1\,000$ **f.** $1{,}5 \times 100$
g. 69×100 **h.** $0{,}56 \times 10$

34 **a.** $456 \div 10$ **b.** $45{,}26 \div 10$
c. $4\,700 \div 100$ **d.** $548{,}5 \div 100$
e. $48 \div 1\,000$ **f.** $7{,}29 \div 10$
g. $13 \div 100$ **h.** $321{,}6 \div 100$

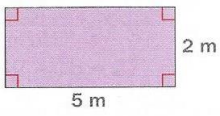
Aires de figures usuelles

35 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.



b.



36 Corriger la copie de Christophe. Une bonne réponse vaut 1 point.

● Quelle est sa note sur 5 ?

a. *L'aire d'un carré de côté 1,5 hm est :*
☑ 2,25 hm² ☐ 3 hm²

b. *L'aire d'un carré de côté 1,1 dam est :*
☑ 121 m² ☐ 121 dam²

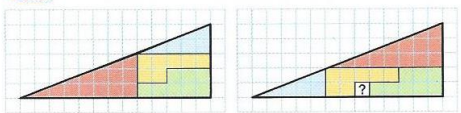
c. *L'aire d'un rectangle de longueur 4 m et de largeur 2 m est :*
☐ 8 m² ☑ 12 m²

d. *L'aire d'un rectangle de longueur 12 cm et de largeur 30 mm est :*
☑ 36 cm² ☐ 360 cm²

e. *L'aire d'un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesurent 4 cm et 3 cm est :*
☐ 12 cm² ☑ 6 cm²

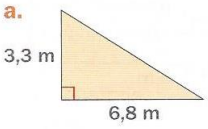
DÉFI !

37 D'où vient le « trou » blanc ?

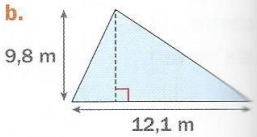


38 Calculer l'aire des figures suivantes.

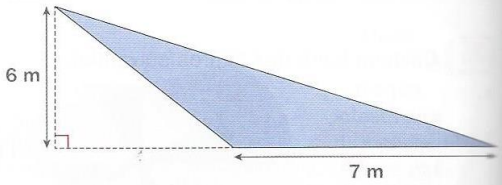
a.



b.

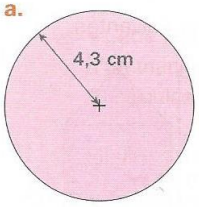


39 Calculer l'aire du triangle suivant.

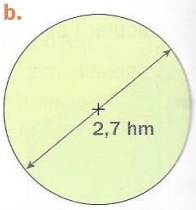


40 Calculer l'aire des disques suivants. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



b.



Volumes

41 **a.** Calculer le volume d'un cube de 3 m d'arête.

b. Donner ce volume en dm^3.

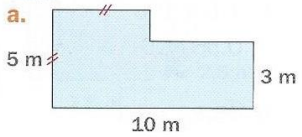
c. Donner sa contenance en L.

d. Donner sa contenance en hL.

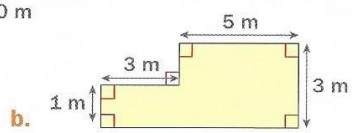
Résoudre un problème avec une figure composée de rectangles

21 Calculer l'aire des figures suivantes.

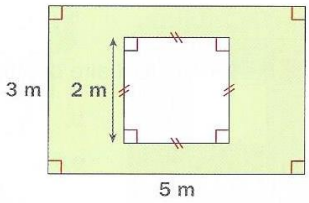
a.



b.

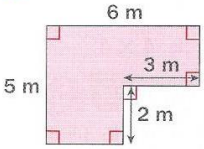


22 Calculer l'aire de la figure ci-contre, colorée en vert.

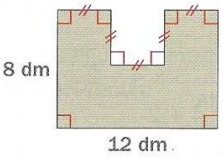


23 Calculer l'aire des figures suivantes.

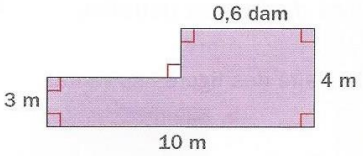
a.



b.



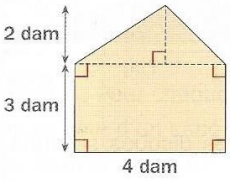
24 Calculer l'aire de la figure suivante.



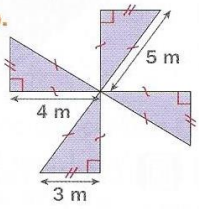
Résoudre un problème avec une figure composée de figures diverses

25 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.

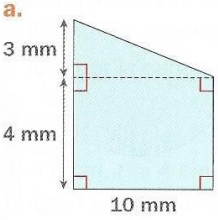


b.

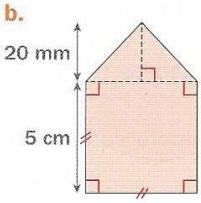


26 Calculer l'aire des figures suivantes.

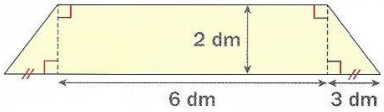
a.



b.

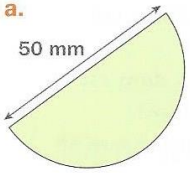


27 Calculer l'aire de la figure suivante.

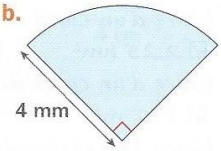


28 Calculer l'aire des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.

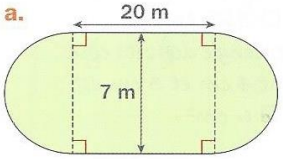


b.

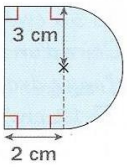


29 Calculer l'aire des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

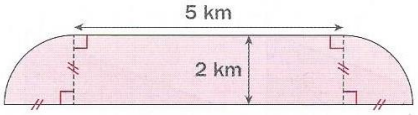
a.



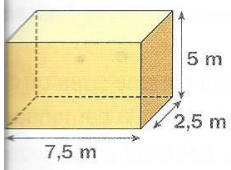
b.



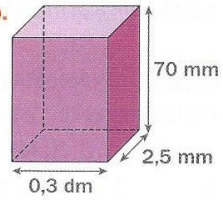
30 Calculer l'aire de la figure suivante. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.



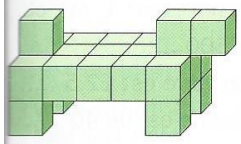
2 Calculer le volume des pavés droits ivants.



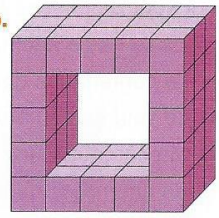
b.

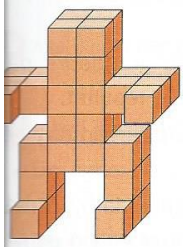


3 Pour chaque solide, donner le nombre de bes unités.

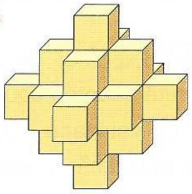


b.





d.



4 **1.** Pour chaque solide de l'exercice **43**, si volume d'un cube unité vaut 1 dm^3 :
Donner le volume du solide.
Donner la contenance (en L) du solide.
Pour chaque solide de l'exercice **43**, si le lume d'un cube unité vaut 30 cm^3 :
Donner le volume du solide.
Donner la contenance (en L) du solide.

5 **a.** Calculer le volume d'un pavé droit avec = 6 cm, ℓ = 4 cm et h = 2 cm.
Donner ce volume en dm^3.
Donner sa contenance en cL.

6 Effectuer les conversions suivantes.
4 500 mm^3 = … cm^3 **b.** 0,4 cm^3 = … mm^3
0,546 m^3 = … dm^3 **d.** 0,987 km^3 = … hm^3
456 m^3 = … hL **f.** 50 000 dL = … m^3
0,6 L = … mm^3 **h.** 0,058 5 dam^3 = … hL

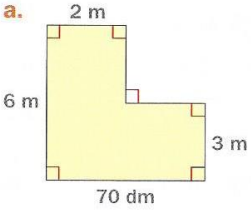
47 Recopier et compléter avec « = » ou « ≠ ».
a. 500 m^2 … 50 000 dm^2
b. 500 m^3 … 50 000 dm^3
c. 500 cm^3 … 500 mL

Problèmes

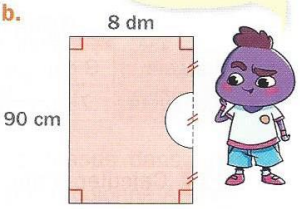
48 Calculer l'aire des figures suivantes en expliquant la méthode utilisée. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

Attention aux unités !

a.

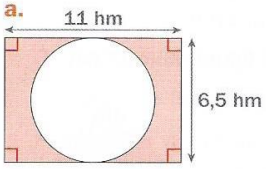


b.

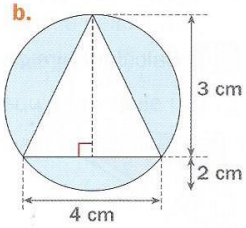


49 Calculer l'aire des surfaces colorées. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



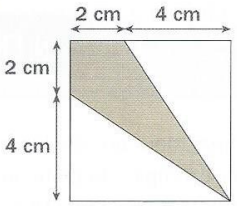
b.



DÉFI !

50 Quelle fraction du carré est grisée ?

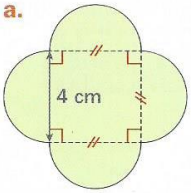
a. $\frac{1}{3}$ **b.** $\frac{1}{4}$ **c.** $\frac{1}{5}$
d. $\frac{3}{8}$ **e.** $\frac{2}{9}$



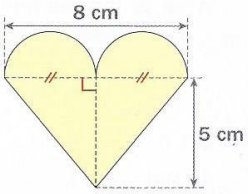
D'après Kangourou 2010

51 Calculer l'aire des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



b.



Je m'entraine

Faire des maths à l'oral

Réponds aux questions en expliquant ta démarche à l'oral. Justifie et utilise un vocabulaire adapté.

52 Calculer l'aire des carrés suivants.

a. Côté = 2 km **b.** Côté = 4 dm
c. Côté = 7 mm **d.** Côté = 10 cm
e. Côté = 8 m **f.** Côté = 6 hm

53 Calculer l'aire des rectangles suivants.

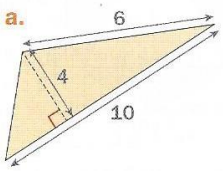
	a	b	c	d
Largeur	3 cm	6 cm	10 km	20 km
Longueur	7 m	9 m	50 dam	100 dam

54 Calculer l'aire des disques suivants. Prendre $\pi \approx 3$.

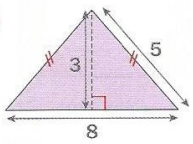
a. Rayon = 2 cm **b.** Diamètre = 6 cm
c. Rayon = 5 cm **d.** Diamètre = 20 cm
e. Rayon = 100 cm **f.** Diamètre = 2 cm

55 Calculer l'aire des figures suivantes.

a.



b.



Comprendre et s'exprimer

Analyse des énoncés et exprime-toi à l'écrit en utilisant le langage mathématique et la langue française.

56 Compléter les phrases suivantes par un des mots proposés : l'aire, le volume, la contenance.

a. ..... du réservoir est 60 dm^3.
b. ..... de ce verre est 25 cL.
c. ..... de cette voile est 5,2 m^2.

57 Compléter par la bonne unité parmi celles qui sont proposées : m^2, hm^2, cm^3, L, m^3, cL.

a. L'aire de ce jardin est 500 ..... .
b. La contenance de mon verre est 12,5 ..... .
c. Le volume de cette piscine est de 40 ..... .
d. Ma canette a une contenance de 0,33 ..... .
e. Ce champ a une surface de 10 ..... .
f. Le volume d'un dé à coudre est 0,4 ..... .

58 Exprimer les différentes grandeurs dans l'unité adaptée pour exprimer le résultat.

a. La surface de mon appartement est 15 000 dm^2.
b. Ma bouteille a une contenance de 0,15 daL.
c. Le volume de mon fourgon est 0,009 dam^3.
d. L'aire d'une pièce de 2 € est 0,052 dm^2.

IN ENGLISH, PLEASE!



Chez moi, en Angleterre, on utilise différentes unités d'aire et de volume. Par exemple : la pinte, le gallon ou les « pieds carrés ».
Attention, aux États-Unis, la pinte et le gallon ne représentent pas la même quantité qu'au Royaume-Uni.

59 (Take $\pi \approx 3.14$.)

a. Find the area of a circle which diameter is 7 cm.
b. What is the perimeter of a circle with radius of 5 m?

60 Convert.

a. 0.1 $ft^2 \approx$ ..... cm^2 **b.** 4 pt ≈ L
c. 40 gal ≈ ..... L **d.** 4 L ≈ ..... pt

VOCABULARY

- *Radius* : rayon
- *Area* : aire
- *Diameter* : diamètre
- *Square meter* : mètre carré (m^2)
- *Perimeter* : périmètre
- 1 *square foot* (ft^2) ≈ 930 cm^2
- 1 *pint* (pt) ≈ 0,5 L
- 1 *gallon* (gal) ≈ 4,5 L

Je m'entraine

Chercher et raisonner

Observe une situation, émets des hypothèses et élabore un raisonnement.

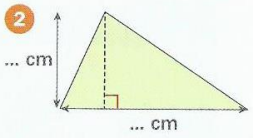
61 Associer les calculs d'aires ou de volumes aux figures correspondantes et indiquer les mesures manquantes.

a. $3 \times 4 \div 2$ **b.** $8 \times 8 \times 8$ **c.** 6×5

d. 2×2 **e.** $4 \times 3 \times 5$

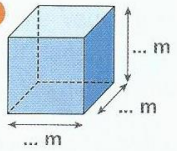
1 Aire d'un carré avec c = … cm.

2



3 Volume d'un pavé droit avec L = … cm, ℓ = … cm et h = 5 cm.

4



5 Aire d'un rectangle avec L = … cm et ℓ = … cm.

62 Vrai ou faux ?

a. « Un cube de 1 cm d'arête a un volume de 1 cm^3. »

b. « Un cube de 2 cm d'arête a un volume de 2 cm^3. »

c. « Un cube de 10 cm d'arête a un volume de 1 dm^3. »

d. « 10 dm^3 = 10 L »

e. « 10 m^3 = 100 L »

Utiliser des outils numériques

À l'aide d'un environnement numérique, modélise une situation concrète pour résoudre un problème.

63 TICE À l'aide d'un tableur, donner l'aire et le périmètre des disques dont les rayons sont : 0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6.

Pour tout l'exercice, prendre $\pi \approx 3{,}14$.

B3 | fx | =2*A3*3,14

	A	B	C
1	Rayon	Périmètre	Aire
2	0	0	0
3	1	6,28	3,14
4	2		

a. Recopier les éléments ci-dessus dans une feuille de calcul et compléter la colonne A avec les valeurs de l'énoncé.

b. Quelle formule a été saisie en B3 ?

c. Que permet de calculer cette formule?

d. Copier la cellule B3 jusqu'à la cellule B8.

e. Quelle formule faut-il saisir en C3 ?

f. Copier cette formule jusqu'à la cellule C8.

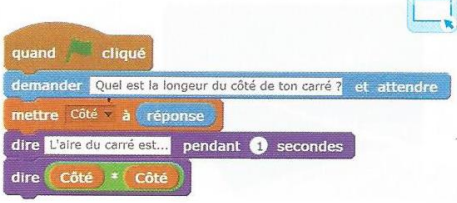
g. Pour quelle valeur du rayon le périmètre est-il égal à l'aire ? Pourquoi ?

DÉFI !

64 Quelles sont les dimensions d'un cube dont le volume est 27 m^3 ?

Programmer avec SCRATCH

65 Ce programme permet de calculer l'aire d'un carré.



a. Créer un programme qui calcule l'aire d'un rectangle.

b. Créer un programme qui calcule l'aire d'un triangle.

c. Créer un programme qui calcule l'aire d'un disque.

J'utilise mes compétences

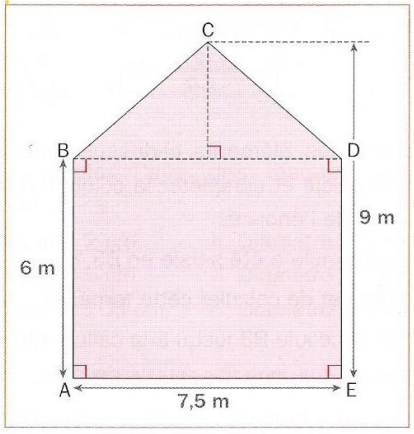
PROBLÈME À PRISE D'INITIATIVE

En groupe

66 Au boulot !

Agnès envisage de peindre la façade de son hangar.
Pour ces travaux de peinture, Agnès a besoin d'un rouleau crépit gros grain et d'un pinceau plat.

1 Schéma de la façade



● Quel est le montant à prévoir pour repeindre le hangar ?

D'après Brevet 2015

2 Caractéristiques de la peinture



Peinture monocouche

Volume : 6 L — **Surface couverte :** 24 m²
Temps de séchage : 8 h — **Prix :** 103,45 €

3 Prix des fournitures

14,90 €	Rouleau vitrificateur
14,00 €	Rouleau crépit gros grain
6,15 €	Mini rouleau mousse fine
20,00 €	Queue anglaise
4,85 €	Pinceau plat
1,40 €	Pinceau à rechampir

PROBLÈME À PRISE D'INITIATIVE

67 Les algues, c'est mieux dans la mer !

Nabil a une piscine qui nécessite beaucoup d'entretien. Il est obligé de mettre dans l'eau un produit anti-algues pendant toute la période de baignade, c'est-à-dire 10 semaines.

1 Forme de la piscine



Pavé droit dont les dimensions sont :
- longueur : 8 m ;
- largeur : 4 m ;
- hauteur de l'eau : 1,5 m.

2 Mode d'emploi du produit anti-algues

Volume du bidon : 3 L.

Utilisation : verser dans la piscine 10 mL de produit pour 1 m^3 d'eau.

Fréquence : effectuer le traitement tous les 5 jours.

● Combien faudra-t-il de produit anti-algues à Nabil pour toute la période de baignade ?

68 La chambre d'Hassane est carrée et a une surface de 16 m².

- Donner les dimensions du sol de sa chambre.

69 Le stade de football de la Mosson à Montpellier a une aire de 7 140 m² et une largeur de 68 m.



- Quelle est sa longueur ?

70 Lucie veut recouvrir le sol de son appartement de parquet. Elle veut en mettre dans toutes les pièces, sauf dans la cuisine et dans la salle de bain. Voici les dimensions des pièces de son appartement.

Pièce	**Longueur** (en m)	**Largeur** (en m)
Salon	5	4
Cuisine	3,5	3
Salle à manger	4	3,5
Salle de bain	2,5	2
Chambre	4	3,5

a. Quelle est la surface à couvrir ?

b. Le parquet qu'elle a choisi coute 35 €/m². Combien va lui couter son parquet ?

ÉNIGME

71 Un nénuphar, dont la surface double tous les jours, met 30 jours pour recouvrir la moitié d'un étang. Combien de jours lui faut-il pour recouvrir la totalité de cet étang ?

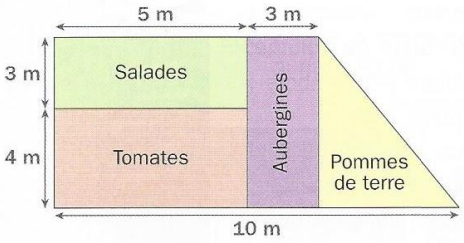


72 Stéphane désire semer de la pelouse dans son jardin qui est rectangulaire et qui mesure 10 m de longueur et 7 m de largeur.

a. Quelle est l'aire de son jardin ?

b. Quelle quantité de graines lui faudra-t-il, sachant que 45 g permettent de recouvrir 5 m² de terrain ?

73 Voici le plan du potager de Jean-Yves :



a. Quelle aire est consacrée aux salades ?

b. Quelle aire est consacrée aux tomates ?

c. Quelle aire est consacrée aux aubergines ?

d. Quelle aire est consacrée aux pommes de terre ?

e. Quelle est l'aire totale de son potager ?

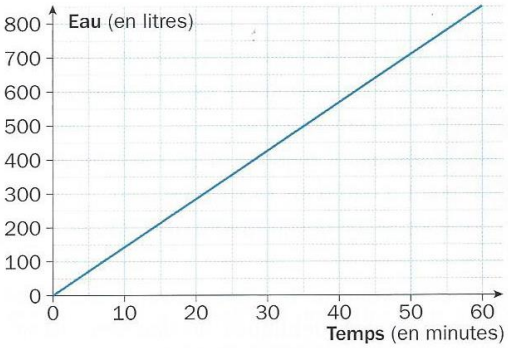
74 Nadia veut remplir sa baignoire qui a la forme d'un pavé droit de longueur 160 cm, de largeur 62,5 cm et de hauteur 50 cm.

a. Quel est le volume de sa baignoire ?

b. Quelle est la contenance en L de sa baignoire ?

c. À l'aide du graphique ci-dessous, estimer le temps nécessaire pour remplir sa baignoire.

Quantité d'eau fournie par le robinet en fonction du temps



d. Le débit de sa douche est le même que celui du robinet de sa baignoire. Sachant que Nadia met 15 minutes pour prendre une douche, quelle quantité d'eau va-t-elle utiliser en se douchant?

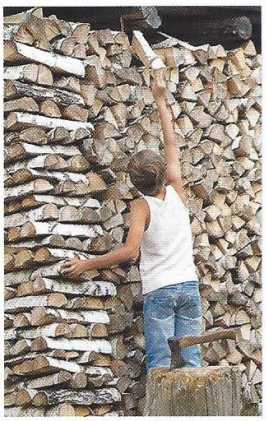
e. Un mètre cube d'eau coute 3 €. Quel est le prix d'une douche de 15 min ? Quel est le prix d'un bain ?



Et pour la planète, penses-tu qu'il est préférable de prendre une douche ou un bain ?

Je résous

75 Le stère (du grec *stereos*, solide) est une unité de volume, utilisée pour le bois : 1 stère = 1 m^3.
Enzo a stocké du bois pour faire fonctionner sa cheminée cet hiver. Son tas de bois a une longueur de 3 m, une profondeur de 1 m et une hauteur de 2 m.

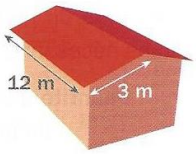


● Combien de stères de bois Enzo a-t-il stockés pour l'hiver ?

76 La puissance fournie par des panneaux solaires est d'environ 350 watts pour 1 m^2 dans des conditions d'ensoleillement normales.

a. Quelle surface est nécessaire pour faire fonctionner un sèche-cheveux de 1 400 watts ?

b. Marion souhaite recouvrir le toit de sa grange de panneaux solaires.
Quelle sera la puissance fournie par son toit ?



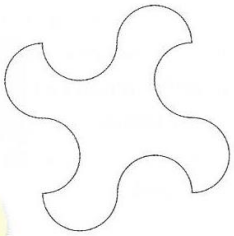
77 Ruben a acheté un aquarium pour sa chambre. Les dimensions de l'aquarium sont 100 cm × 45 cm × 30 cm.
Pour le remplir, il dispose d'un seau de 8 L et d'un point d'eau dans la salle de bain.

● Combien va-t-il devoir faire d'aller-retours ?

78 Le contour de la figure suivante est formé de demi-cercles identiques de diamètre 15 cm chacun.



Pense à bien analyser la figure.



● Quelle est en cm^2 l'aire de la figure ?

79 Sylvie veut acheter une bâche pour son jacuzzi de 3 m de diamètre. La bâche doit être plus grande que le jacuzzi : il faut ajouter 40 cm au diamètre. Le vendeur lui découpe une bâche sur mesure et lui fait payer en fonction de la surface. Le prix est 10 € pour 1 m^2.

● Combien va lui couter sa bâche ? Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

80 Sur la planète Vénus, tous les Vénusiens se déplacent en soucoupe volante. Ils ont tous une soucoupe en forme de disque dont l'aire est comprise entre 50 m^2 et 55 m^2.



● Retrouver les espions plutoniens qui se sont glissés parmi eux.
Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

	Astuv	Esmuv	Labuv	Truduv	Krakuv	Nibuv
Rayon (en m)	3,9	4	4,1	4,19	4,2	4,18

ÉNIGME

81 Un nénuphar, dont la surface double tous les jours, met 30 jours pour recouvrir la totalité d'un étang. Combien de jours deux nénuphars auraient-ils mis pour recouvrir cet étang ?

82 L'are (a) et l'hectare (ha) sont des unités de mesure de surface utilisées en agriculture.



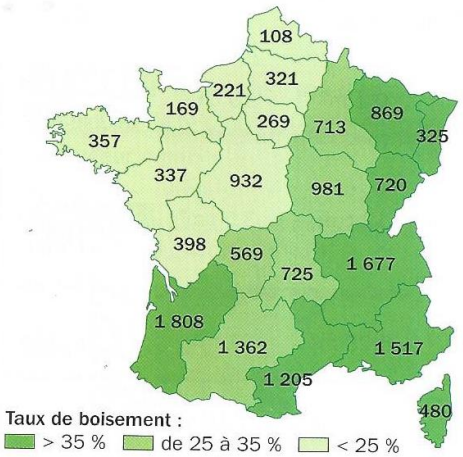
1 a = 1 dam^2 = 100 m^2
1 ha ≒ 1 hm^2 = 10 000 m^2

a. Quelle est l'aire en hectares d'un champ rectangulaire dont la longueur est 300 m et la largeur 400 m ?

b. Quelle est la largeur d'un jardin rectangulaire dont l'aire est 15 ares et la longueur 50 m ?

83 Partie 1 TICE

Surface de forêt en France en milliers d'hectares et taux de boisement



La surface de la France est 640 679 km².

1. Dans une feuille de calcul d'un tableur, recopier et compléter le tableau ci-dessous.

B3 | =1362+725+569+981+713

	A	B
1	Zone où le taux de boisement est :	Surface forestière en milliers d'hectares
2	> 35 %	
3	de 25 à 35 %	4350
4	< 25 %	

2. a. En utilisant la fonction « Somme», calculer la surface forestière totale de la France.

b. Déterminer le taux de boisement de la France à l'aide de la formule suivante.

$$\text{taux de boisement} = \frac{100 \times \text{surface forestière}}{\text{surface totale}}$$

Partie 2



Souviens-toi : 1 ha = 1 hm².



En une année, un hectare de forêt absorbe 5 tonnes de CO_2 (dioxyde de carbone) et libère 15 tonnes de O_2 (dioxygène). Dans le même temps, un Français émet 7 tonnes de CO_2. La population française compte environ 66 millions d'habitants.

3. Combien la population française rejette-t-elle de CO_2 par an ?

4. Quelle surface de forêt faut-il pour absorber les émissions de CO_2 de la population française ?

5. La surface forestière de la France permet-elle d'absorber les émissions de CO_2 des Français ? La surface de la forêt amazonienne est de 5,5 millions de km².

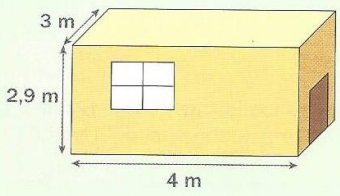
La déforestation, c'est 7,3 millions d'hectares de forêts qui disparaissent chaque année.



6. Quelle quantité de CO_2 cette forêt peut-elle absorber ?

DEVOIR MAISON

84 Marco veut repeindre les murs de sa chambre. Il doit calculer l'aire des murs à peindre pour acheter la bonne quantité de peinture. Sa chambre est un pavé droit. Elle a deux ouvertures :



- une porte qui mesure 230 cm × 90 cm ;
- une fenêtre qui mesure 90 cm × 90 cm.

● Quelle est l'aire des murs à peindre ?

85 Lucie veut construire un coffre pour ranger ses 1 728 cubes de construction. Ses cubes sont tous identiques et font 5 cm d'arête. Elle connait l'emplacement exact où elle veut poser son coffre. Les dimensions au sol doivent être 40 cm de large et 90 cm de long et son coffre doit être un pavé droit.

a. Combien peut-elle mettre de cubes en longueur ? En largeur ?

b. Combien de cubes peut-elle mettre sur un étage ?

c. Combien d'étages va-t-elle devoir construire ?

d. Quelle doit être la hauteur de son coffre ?

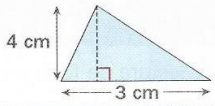
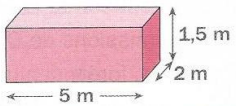
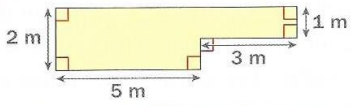
Je m'évalue

QCM

15 min

Quiz interactif

Pour m'entrainer

	A	B	C	
Calculer l'aire de figures usuelles				
86 L'aire d'un rectangle de longueur 5 dm et de largeur 2 dm est égale à :	7 dm²	0,1 m²	10 dm²	1, 2 et 3 p. 163
87 L'aire de ce triangle est : 	6 cm²	12 cm²	3,5 cm²	4 et 5 p. 163
88 L'aire d'un disque de rayon 1 m est égale à (prendre $\pi \approx 3{,}14$) :	3,14 m²	6,28 m²	1 m²	7 p. 163
Calculer un volume				
89 Le volume d'un cube de 2 cm d'arête est égal à :	6 cm³	7 cm³	8 cm³	13 p. 165
90 Le volume de ce pavé droit est : 	15 m³	8,5 m³	10 m³	14 p. 165
Calculer des contenances et convertir des unités de volume				
91 45 m³ est égal à :	4,5 dam³	0,45 dam³	0,045 dam³	17 p. 165
92 0,5 daL est égal à :	5 dm³	0,005 m³	500 cm³	19 p. 165
Calculer une aire composée				
93 L'aire de cette figure est : 	11 m²	13 m²	16 m²	21 et 23 p. 167



Tu te sens prêt ? Alors passe au contrôle.

Correction page 280



Les durées des exercices ne sont que des indications !

Je fais un contrôle

... / 20 — 45 min

Exercice 1 Effectuer les conversions suivantes.

a. 0,7 dm^3 = ... cm^3 b. 4,2 m^3 = ... dam^3

c. 0,2 m^3 = ... L d. 65 dL = ... dm^3

2 points

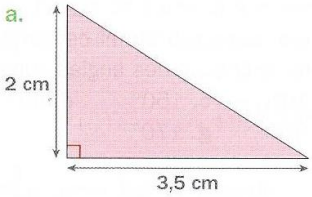
Exercice 2 a. Calculer l'aire d'un carré de côté 5 cm.

b. Calculer l'aire d'un rectangle de longueur 10 cm et de largeur 4 cm.

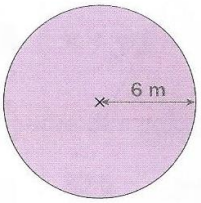
2 points

Exercice 3 Calculer les aires des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



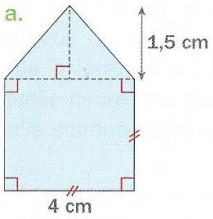
b.



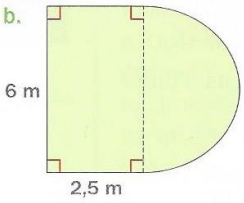
2 points

Exercice 4 Calculer l'aire des figures suivantes. Prendre $\pi \approx 3{,}14$.

a.



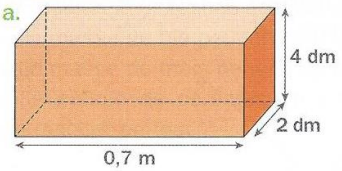
b.



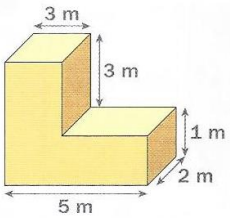
4 points

Exercice 5 Calculer les volumes des solides suivants.

a.



b.



5 points

Exercice 6 Le champ d'un agriculteur est rectangulaire. L'aire du champ est 3,75 hm^2 et la largeur mesure 150 m.

- Calculer la longueur de ce champ.

2 points

Exercice 7 Les dimensions de l'aquarium de Fannie sont : longueur = 60 cm, largeur = 20 cm et hauteur = 50 cm.

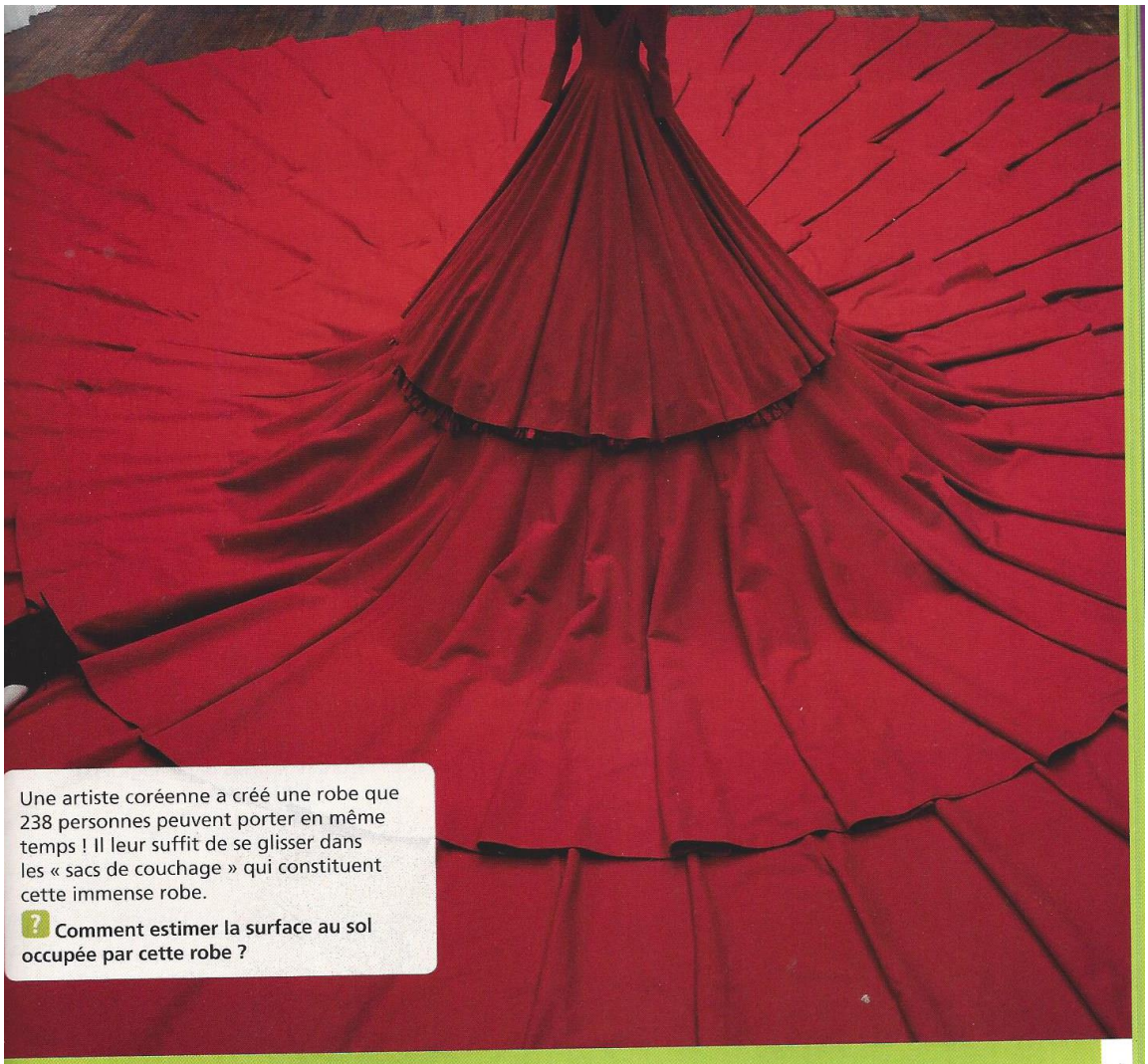
a. Quel est le volume de l'aquarium de Fannie ?

b. Quelle est la contenance en litres de l'aquarium de Fannie ?

3 points

Correction page 280

10.28.2 Delta Maths cycle 4, 5e, Magnard, 2016.



Une artiste coréenne a créé une robe que 238 personnes peuvent porter en même temps ! Il leur suffit de se glisser dans les « sacs de couchage » qui constituent cette immense robe.

? Comment estimer la surface au sol occupée par cette robe ?

SÉQUENCE

Aires

NOTIONS

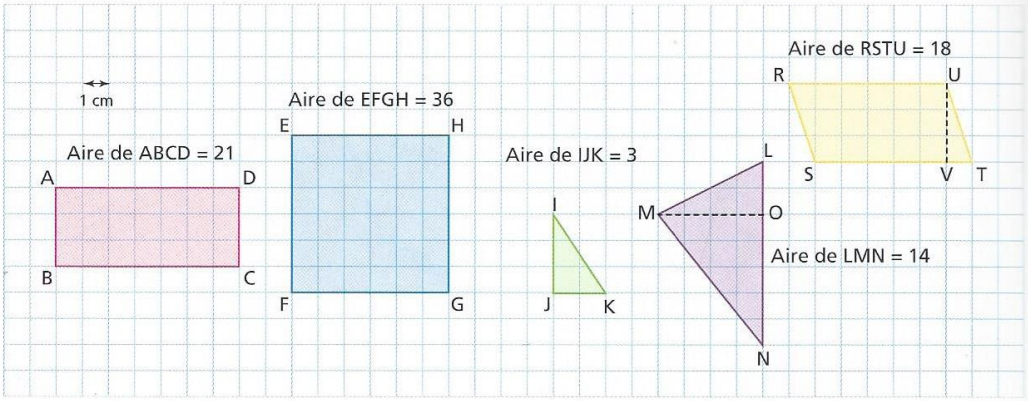
31 Calculer l'aire de polygones usuels 162
32 Calculer l'aire d'un disque 164
33 Calculer l'aire d'une surface par représentation géométrique 166

161

NOTION 31 Calculer l'aire de polygones usuels

Cherchons

Voici une copie de l'écran obtenu par Romain avec un logiciel de géométrie.



Pour chaque figure, expliquer comment retrouver par le calcul les résultats fournis par le logiciel.

Cours 31 32 33

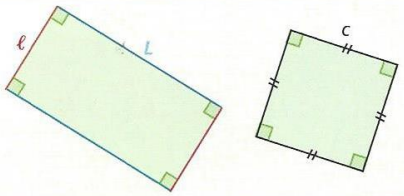
Propriétés

- L'aire d'un **rectangle** est :

$$\mathcal{A}_{\text{Rectangle}} = \ell \times L.$$

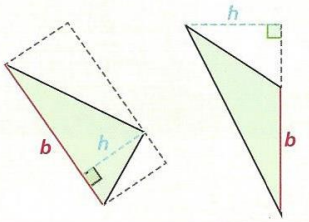
- L'aire d'un **carré** est :

$$\mathcal{A}_{\text{Carré}} = c \times c = c^2.$$



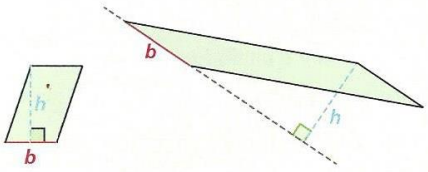
- L'aire d'un **triangle** est :

$$\mathcal{A}_{\text{Triangle}} = \frac{b \times h}{2}.$$



- L'aire d'un **parallélogramme** est :

$$\mathcal{A}_{\text{Parallélogramme}} = b \times h.$$

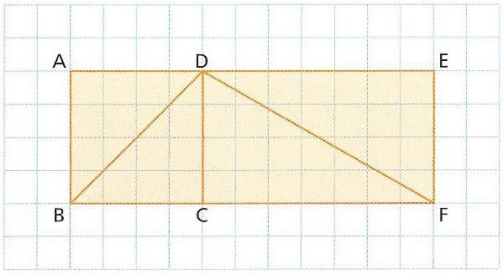


Exercices d'application

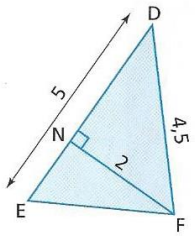
CORRIGÉ

1 **Associer** chacun des calculs suivants à l'aire de l'une des figures présentes ci-dessous.

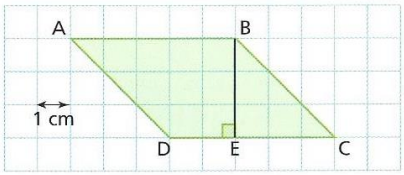
$R = 7 \times 4$; $S = \dfrac{11 \times 4}{2}$; $T = 4^2$ et $U = \dfrac{7 \times 4}{2}$.



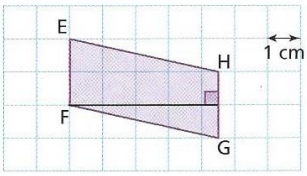
2 Les longueurs étant données en cm, **calculer** l'aire du triangle DEF.



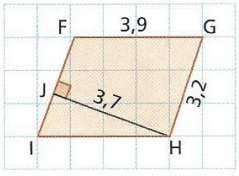
3 **1. Calculer** l'aire du parallélogramme ABCD.



2. Calculer l'aire du parallélogramme EFGH.

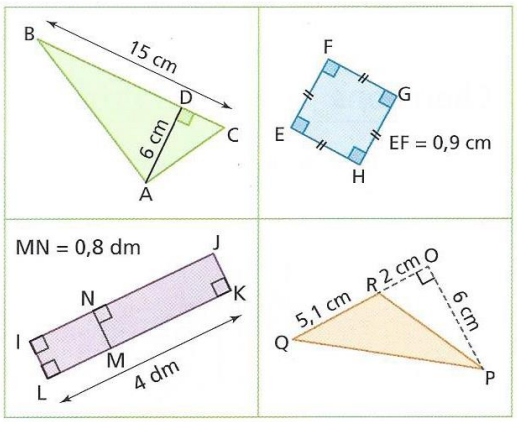


4 Les longueurs étant données en cm, **calculer** l'aire du parallélogramme IFGH.



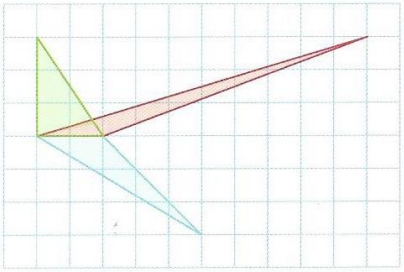
5 **Top chrono !**

Calculer l'aire de chacun des polygones ci-dessous.



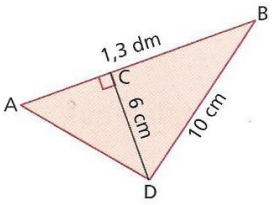
Exercices d'entrainement

6 Comparer les aires de ces trois triangles. Lequel a la plus grande aire ?



7 Un garage rectangulaire possède une aire de 41,8 m² et l'un de ses côtés mesure 4 m. Quelles sont les dimensions de ce garage ?

8 Calculer l'aire du triangle BAD, en dm².



9 **DÉFI !**

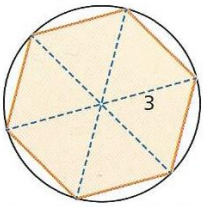
Un triangle rectangle a un côté de 6 cm, un autre de 10,9 cm et un périmètre égal à 26 cm. Quelle est son aire ?

NOTION 32 Calculer l'aire d'un disque

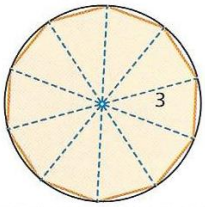
Cherchons

Avec un logiciel de géométrie, Lucile obtient les figures suivantes.

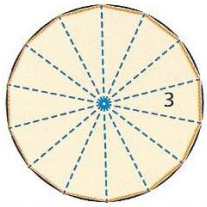
Aire du polygone = 23,38



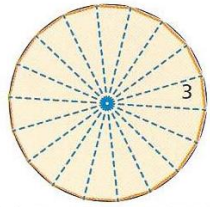
Aire du polygone = 26,45



Aire du polygone = 27,33



Aire du polygone = 27,7



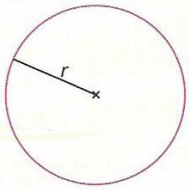
D'une figure à l'autre, le nombre de triangles augmente et l'aire du polygone orange ainsi obtenu est modifiée.

De quelle valeur l'aire du polygone orange se rapproche-t-elle ?

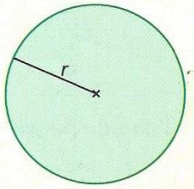
Cours 31 32 33

Propriétés

- La longueur d'un **cercle** de rayon r est : $\mathcal{L}_{\text{Cercle}} = 2 \times \pi \times r = 2\pi r$.

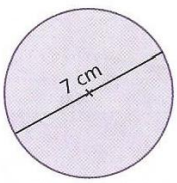


- L'aire d'un **disque** de rayon r est : $\mathcal{A}_{\text{Disque}} = \pi \times r \times r = \pi r^2$.

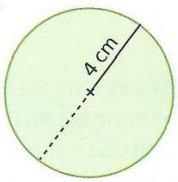


Exercices d'application

10 1. **Calculer** la valeur exacte de l'aire de chacun des disques ci-après.
2. En **donner** une valeur approchée au centième de cm².



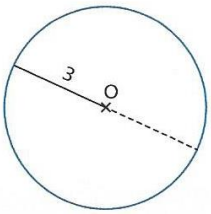
Disque n° 1



Disque n° 2

CORRIGÉ

11 À partir de la figure ci-dessous, on a calculé les expressions ci-dessous.



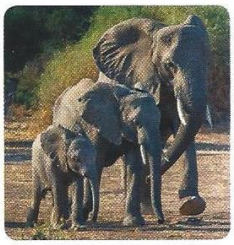
Pour chacune d'elles, **indiquer** ce qu'elle permet de déterminer.

$A = 2 \times \pi \times 3$; $B = \pi \times 9$;

$C = 6 \times \pi$; $D = \dfrac{9 \times \pi}{2}$.

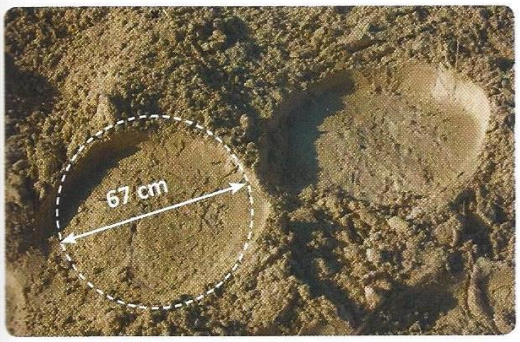
Exercices d'entrainement

12 La circonférence du pied d'un éléphant est égale à la moitié de sa hauteur (des pieds aux épaules). Voici d'autres caractéristiques de ce mammifère.



	Taille à l'épaule	Masse
♂	350 à 450 cm	5 000 à 6 500 kg
♀	250 à 340 cm	2 800 à 3 500 kg

Jean-Claude a photographié l'empreinte d'un pas d'éléphant. La voici, annotée :



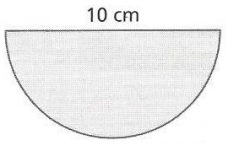
1. Cette empreinte de pas est-elle celle d'un mâle (♂) ou d'une femelle (♀) ?
2. Jean-Claude souhaite réaliser un moulage de cette empreinte. Estimer la surface de ce moulage.

13 Calculer les aires des figures ci-dessous.

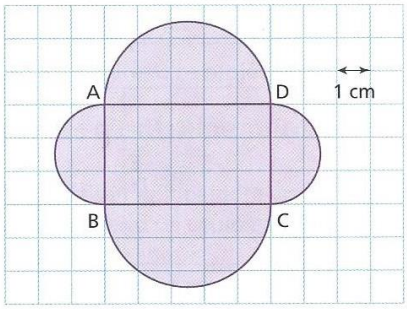
a)



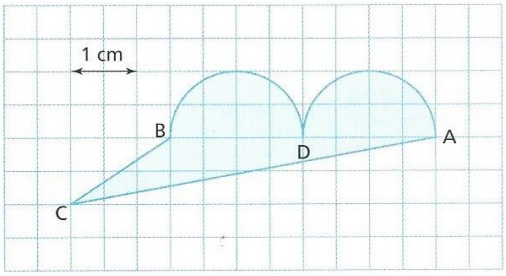
b)



14 Quelle est l'aire de la figure ci-dessous ?

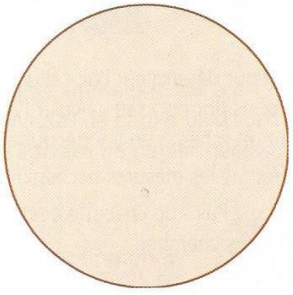


15 Quelle est l'aire de la figure ci-dessous ?



16 **Problème ouvert**

En étant le plus précis possible, calculer l'aire de ce disque.



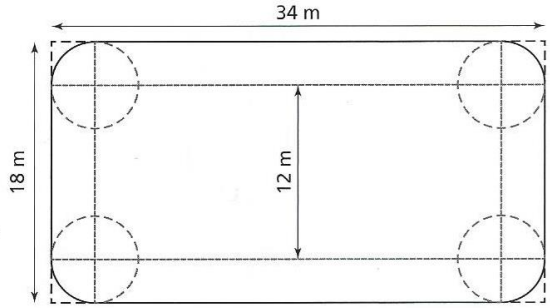
17 **DÉFI !**

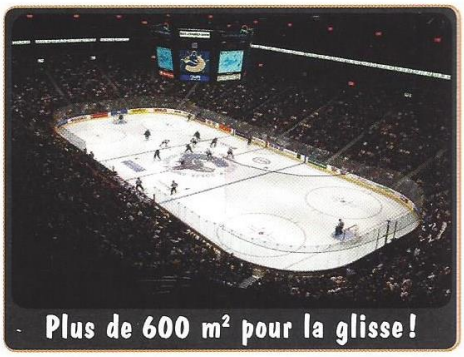
On sait qu'un disque a une aire de 1,63 dm². Déterminer une valeur approchée de son rayon au mm près.

NOTION 33 Calculer l'aire d'une surface par représentation géométrique

Cherchons

À l'entrée d'une patinoire, on peut lire l'affiche ci-contre.
Voici un schéma annoté de cette patinoire.





Comment vérifier si l'affiche tient ses promesses ?

Cours 31 32 33

Méthode Déterminer l'aire d'une surface

Énoncé Déterminer la surface au sol de cette piscine.

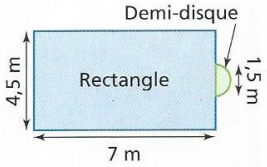


Solution Pour déterminer l'aire d'une surface, on peut la décomposer en une ou plusieurs figures géométriques dont on sait calculer l'aire (rectangle, carré, triangle ou disque).

① On fait un schéma en y « découpant » des formes géométriques connues.

② On effectue les mesures nécessaires et on annote le schéma.

③ On calcule l'aire de chacune des figures et on en déduit l'aire de la surface recherchée :



$\text{Aire}_{\text{Piscine}} = \text{Aire}_{\text{Rectangle}} + \text{Aire}_{\text{Demi-disque}}$

$= 4{,}5 \times 7 + \dfrac{\pi \times 0{,}75^2}{2}$

$= 31{,}5 + 0{,}28125 \times \pi \approx 32{,}38 \text{ m}^2$

lienmini.fr/delta5-041
➥ Méthode animée

Exercices d'application

CORRIGÉ

18 **Calculer** la surface de « saut pur » de ce trampoline (autrement dit la surface dont on dispose pour sauter).

- Hauteur totale : 260 cm
- Composition : acier galvanisé et tapis de saut
- Diamètre total : 366 cm
- Longueur des ressorts sous la bâche de protection : 16 cm
- Hauteur du sol à l'entrée : 90 cm



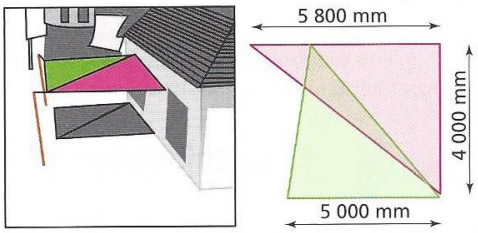
19 Voici ce qu'on peut lire sur le site Wikipédia pour un terrain de basket.

Dimensions : généralement, ils mesurent 28 m de long sur 15 m de large. Un terrain de basketball est doublement symétrique (en longueur et en largeur). Ses dimensions peuvent varier selon les fédérations ou les compétitions : un terrain mesure 13 à 15 m de large et 22 à 28 m de long.



1. **Calculer** la surface d'un terrain de basket généralement.
2. **Calculer** la plus petite surface possible pour un terrain de basket.
3. **Calculer** la différence maximale de surface que deux terrains de basket peuvent avoir.

20 Sylvie souhaite fabriquer des voiles d'ombrage triangulaires :

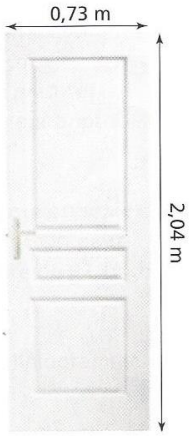


Quelle est, en m², l'aire totale des morceaux de tissu nécessaires à ce projet ?

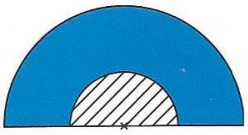
Exercices d'entrainement

21 Un artisan doit peindre les quatre portes d'un couloir sur leurs deux façades.

1. À l'aide du schéma annoté ci-contre, déterminer la surface à peindre que représente la façade d'une porte.
2. L'artisan utilise une peinture permettant de peindre 5 m² par litre. Combien de litres de peinture doit-il prévoir pour son chantier ?



22 Jules s'est lancé dans la fabrication d'un éventail en papier.





Les tiges qu'il a utilisées mesurent 19 cm de long et sont couvertes de papier bleu sur 13 cm. Calculer la surface de papier nécessaire.

23 DÉFI !

Estimer la surface occupée par l'empreinte d'une main lorsqu'on en dessine le contour sur une feuille de papier.

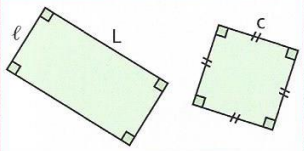
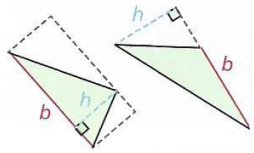
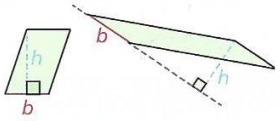
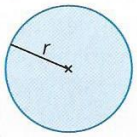


Fiche de synthèse à compléter

lienmini.fr/delta5-042
Fiche à imprimer

NOTION 31 p. 162
NOTION 32 p. 164

1. Calculs d'aires avec une formule

	Figure	Formule de l'aire
• Pour calculer l'aire d'un **rectangle**, on doit connaitre .... • Pour calculer l'aire d'un **carré**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Rectangle}} = \ldots$ $\mathcal{A}_{\text{Carré}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **triangle**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Triangle}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **parallélogramme**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Parallélogramme}} = \ldots$
• Pour calculer l'aire d'un **disque**, on doit connaitre		$\mathcal{A}_{\text{Disque}} = \ldots$

NOTION 33 p. 166

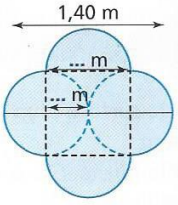
2. Aire d'une surface par représentation géométrique

On veut déterminer la surface au sol du bassin ci-contre. Sa largeur est de 1,40 m.



① On fait un schéma et on y repère des formes géométriques connues. Ici, on peut visualiser un ... et quatre ....

② On indique les mesures nécessaires au calcul de l'aire sur le schéma.



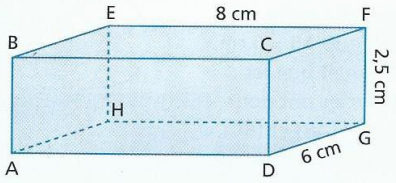
③ On calcule l'aire de chacune des figures et on en déduit celle du bassin.
Le carré a une aire de ....
Chaque demi-disque a une aire de ....
Pour la surface au sol de ce bassin, je calcule donc ....
J'obtiens ....

Exercices sur les notions 31 à 33

Calcul mental

24 Donner l'aire, en cm² :
a) d'un rectangle de longueur 9 cm et de largeur 7 cm ;
b) d'un carré de 2 dm de côté ;
c) d'un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesurent 5 cm et 2,6 cm.

25 Donner l'aire de chacune des faces du parallélépipède ci-dessous.



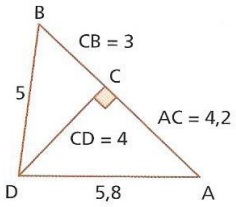
Vocabulaire

26 J'utilise un vocabulaire précis.

lienmini.fr/delta5-043
Exercice interactif

Aires de polygones usuels

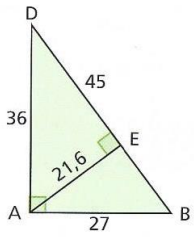
27



a) $\frac{4,2 \times 5,8}{2}$ b) $\frac{5,8 \times 5}{2}$ c) $\frac{3 \times 4}{2}$
d) $\frac{7,2 \times 4}{2}$ e) $\frac{3 \times 5}{2}$ f) $\frac{4,2 \times 4}{2}$

Parmi les calculs ci-dessus, lesquels permettent le calcul de l'aire de l'un des triangles de la figure ? Dans chaque cas, préciser de quel triangle il s'agit.

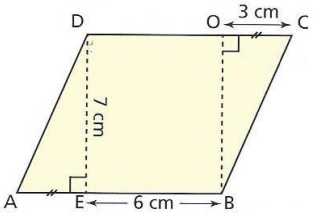
28 Les longueurs étant données en cm, calculer l'aire du triangle ADB de deux façons différentes.



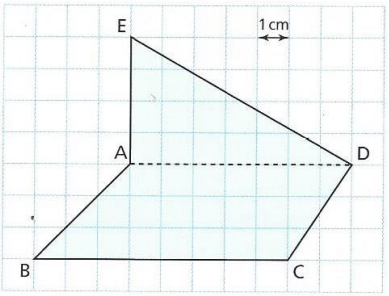
29 1. Construire un triangle MOI tel que MO = 4 cm, MI = 8 cm et OI = 5 cm.
2. Effectuer les constructions et mesures nécessaires pour calculer une valeur approchée de l'aire de ce triangle.

30 Dire si l'affirmation suivante est vraie ou fausse et justifier la réponse : « On peut construire un carré ayant une aire de 92,16 cm² et un périmètre de 38,4 cm. »

31 Déterminer l'aire du parallélogramme ci-dessous.

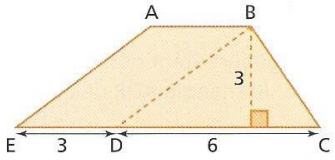


32 1. Quelles figures usuelles composent la figure en bleu ci-dessous ?

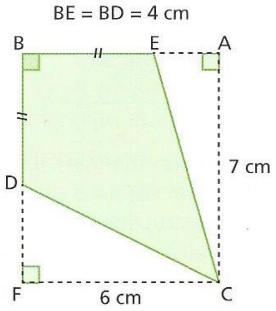


2. Calculer l'aire de cette figure.

33 Dans la figure ci-dessous, ABDE est un parallélogramme. Calculer l'aire du quadrilatère ABCE.



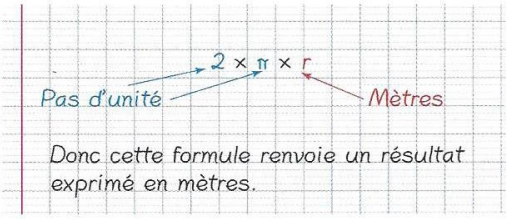
34 Calculer l'aire du quadrilatère BDCE.



Aire d'un disque

35 **Aide-mémoire**

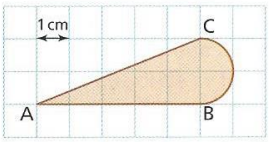
Pour s'aider à bien mémoriser les formules du cours, Nathan a écrit sur son cahier :



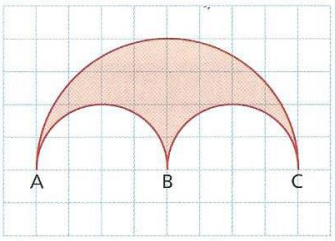
1. Faire comme Nathan pour la formule $\pi \times r^2$.
2. Nathan doit calculer la longueur d'un cercle mais il hésite entre les deux formules précédentes. Expliquer à Nathan en quoi les unités intervenant dans ces deux formules peuvent l'aider dans son choix.

36 On considère la figure suivante.

1. Calculer la valeur exacte de l'aire de cette figure en cm².
2. Donner une valeur approchée de cette aire au dixième de cm².

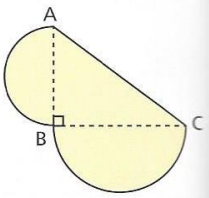


37 On donne AC = 8 cm.



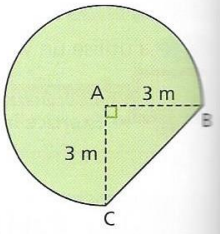
1. Calculer les valeurs exactes de l'aire et du périmètre de la figure rose.
2. Donner des valeurs approchées au dixième des résultats précédents.

38 1. Construire la figure ci-contre, en sachant que AB = 6 cm, BC = 8 cm et que les demi-cercles ont pour diamètres [AB] et [BC].



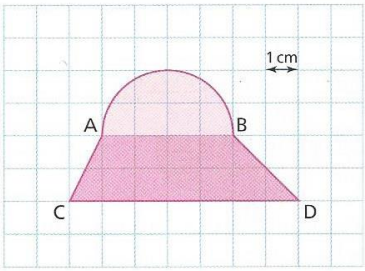
2. Calculer la valeur exacte de l'aire de cette figure en cm².
3. Donner une valeur approchée de cette aire au dixième de cm².

39 Lucie a délimité un parterre de fleurs dont voici un schéma. L'arc de cercle a pour centre A et pour rayon 3 m.



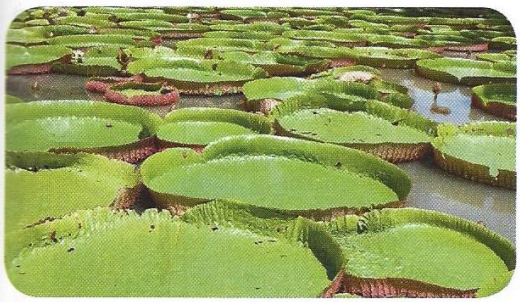
1. Calculer la valeur exacte de l'aire du parterre.
2. Donner une valeur approchée au centième de cette aire.

40 Calculer l'aire de la figure ci-dessous. Donner sa valeur exacte puis une valeur approchée au dixième de cm².

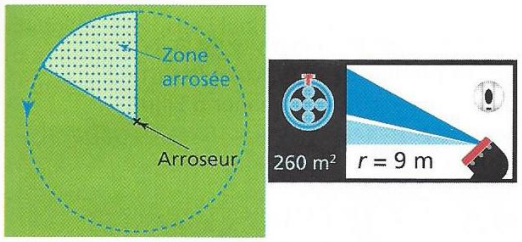


Utiliser une représentation géométrique

41 Les nénuphars géants, *Victoria amazonica*, peuvent avoir un diamètre allant de 2 m à 3 m. Quelle surface peut occuper un tel nénuphar ?

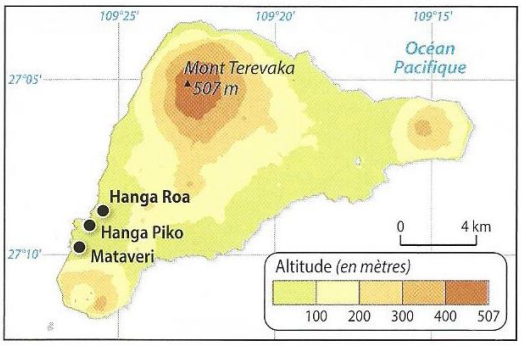


42 Voici ce qu'on peut lire dans un catalogue, concernant un arroseur à inclinaison fixe.



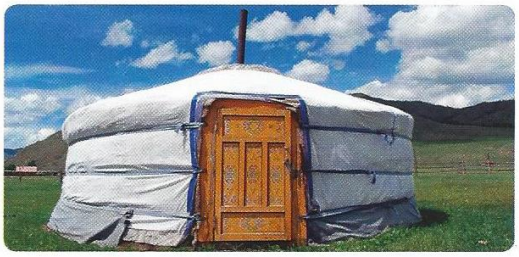
Lola affirme que la superficie de terrain arrosé a été exagérée. A-t-elle raison ?

43 L'ile de Pâques est célèbre pour ses statues. En voici une carte.



1. Représenter cette ile par une forme géométrique simple.
2. Annoter la figure à l'aide de mesures faites sur la carte.
3. En déduire une valeur approchée de la superficie de l'ile de Pâques.

44 Hugo souhaite installer une yourte et il hésite entre deux modèles : l'un de 4 mètres de diamètre et l'autre de 8 mètres de diamètre. Mattéo affirme que l'une lui offrira deux fois plus de place au sol que l'autre. A-t-il raison ?

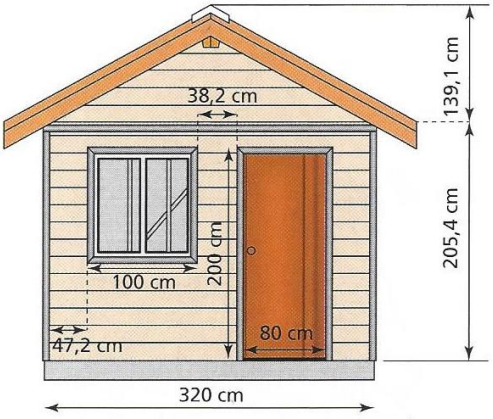


45 Le cerf-volant ci-contre mesure 40 cm de large et 70 cm de long. Calculer l'aire de ce cerf-volant en dm².



46 Noah a entouré une ficelle autour d'un vase cylindrique pour en mesurer la circonférence. Il a obtenu 37,7 cm. Il se demande quelle surface ce vase occupe lorsqu'il est posé sur la table. Aider Noah à répondre à sa question.

47 Le papa de Zoé veut lui construire une cabane. Voici le plan de l'une des façades.



1. Quelles formes géométriques simples reconnait-on sur cette façade ?
2. Quelle est l'unité la plus adaptée pour calculer l'aire et passer la commande de bois ?
3. En plus de la porte et de la fenêtre, quelle surface de bois est nécessaire pour construire cette façade ?

Problèmes

48 C'est pas d'la tarte !

Voici la vitrine d'une pâtisserie.



Deux tailles de gâteaux circulaires y sont proposées :

- le gâteau de 8 parts est au prix de 22 € et a un diamètre de 22 cm ;
- le gâteau de 12 parts est au prix de 33 € et a un diamètre de 28 cm.

1. Déterminer le prix d'une part pour chacune des tailles de gâteau proposées.
2. Pour chacune des tailles possibles de gâteau, déterminer la surface occupée par une part lorsqu'on la dépose dans une assiette.
3. Raisonner Y a-t-il un tarif avantageux sur l'une ou l'autre des tailles de gâteaux vendus ?

49 Un cadre

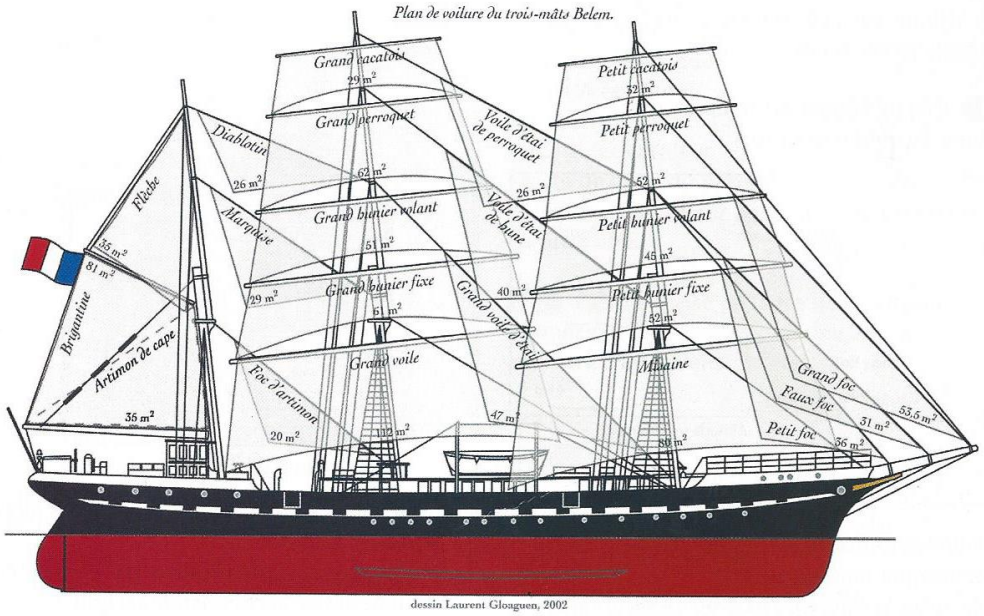


Elliot vient d'accrocher ce cadre en forme de parallélogramme sur un mur de sa chambre. La photo a pour dimensions 10 × 15 cm. Le bord vertical du cadre mesure 2,5 dm et il est situé à 4 cm de part et d'autre de la photo.

Calculer Sans tenir compte de la largeur des baguettes noires, calculer la surface qu'occupe le cadre sur le mur d'Elliot.

50 Le Belem

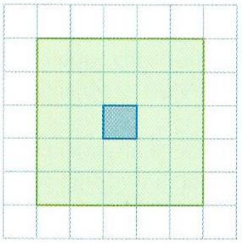
Voici un schéma du célèbre Belem, voilier français à trois mâts, classé aux monuments historiques.



La voile appelée « flèche » a la forme d'un triangle rectangle. Le plus petit côté de l'angle droit de cette voile mesure 7 m. Combien mesure l'autre côté de l'angle droit ?

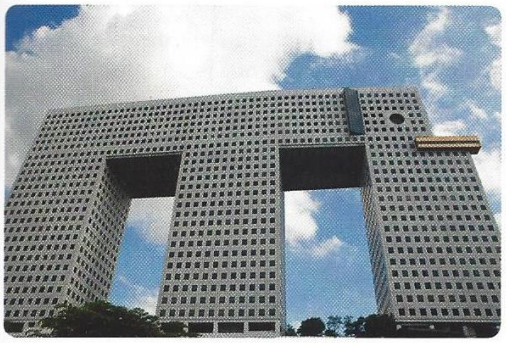
51 Pour jouer un peu...

Raisonner Fatima possède un jardin carré dans lequel elle a creusé un bassin carré lui aussi. Elle voudrait maintenant partager le reste de son jardin en huit parcelles triangulaires de même aire, ayant toutes au moins un point en commun avec ce bassin. Comment peut-elle procéder ?

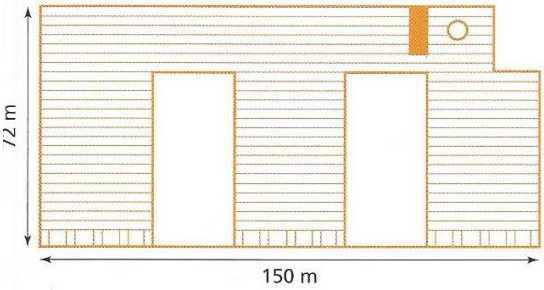


52 Un éléphant dans la ville !

L'un des immeubles les plus étonnants de Bangkok est « The Elephant Building » qui, comme son nom l'indique, a la forme d'un éléphant.



On a schématisé à l'échelle ce bâtiment : Evan se demande quelle est l'aire de la façade de ce building. Comment l'aider à s'en faire une idée ?



53 Densité de population

On calcule la densité d'une population dans un lieu donné en divisant le nombre d'habitants par la superficie exprimée en km².

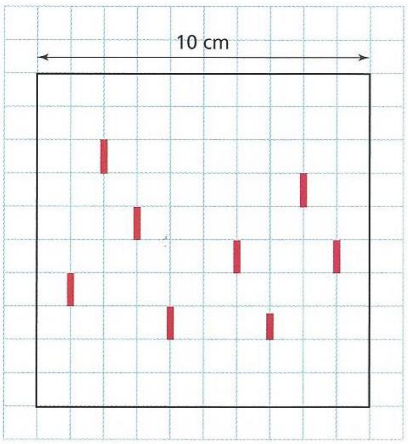
$$\text{Densité (hab./km}^2\text{)} = \frac{\text{Nombre d'habitants}}{\text{Superficie (en km}^2\text{)}}$$

La densité d'une population est considérée comme :

- faible si le nombre d'habitants par km² est inférieur à 100 ;
- moyenne s'il est compris entre 100 et 200 ;
- forte s'il est supérieur à 200.

1. En 2014, le Kenya comptait 45 500 000 habitants répartis sur 582 650 km². Que peut-on dire de la densité de ce pays ?

2. Pour mieux visualiser la densité de population au Kenya, on a réalisé le schéma ci-dessous. Un habitant y est représenté par un segment de longueur 1 cm et 0,1 km² est représenté par 1 dm².



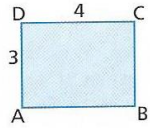
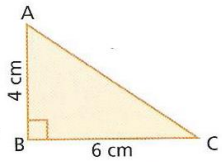
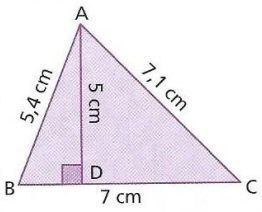
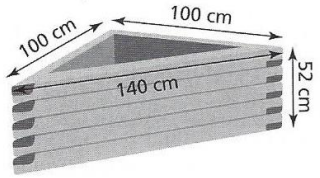
Expliquer comment on a obtenu ce schéma.

3. Représenter Réaliser un schéma analogue pour la Belgique (11,1 millions d'habitants sur 31 milliers de km²) et pour la France (64,6 millions d'habitants sur 552 milliers de km²).

4. La densité de population la plus élevée est celle de Monaco avec 18 292 hab./km². Combien de segments rouges faudrait-il représenter sur le schéma lui correspondant ?

QCM de révision

lienmini.fr/delta5-044
QCM interactif

Choisissez la (ou les) bonne(s) réponse(s).	a	b	c
53 L'aire du rectangle ABCD est : 	$3 + 4 + 3 + 4$	3×4	$3 \times 3 + 4 \times 4$
54 L'aire du triangle rectangle ABC est : 	4×6 cm²	$\frac{4 \times 6}{2}$ cm²	12 cm²
55 L'aire du triangle ABC est : 	5×7 cm²	$\frac{5,4 \times 7,1}{2}$ cm²	$\frac{5 \times 7}{2}$ cm²
56 La longueur d'un cercle de diamètre 7 cm est :	$14 \times \pi$ cm	$7 \times \pi$ cm	$49 \times \pi$ cm
57 L'aire d'un disque de 4 m de rayon est :	$3,14 \times 16$ cm²	$8 \times \pi$ cm²	$\pi \times 4 \times 4$ cm²
58 On souhaite repeindre les bords extérieurs de cette jardinière. La surface à peindre est : 	$52 \times (140 + 200)$ cm²	$140 + 2 \times 100$ cm²	1,768 m²

Vérifiez vos réponses p. 247

10.29 Annexe 29 Les cours du site MATHADOC

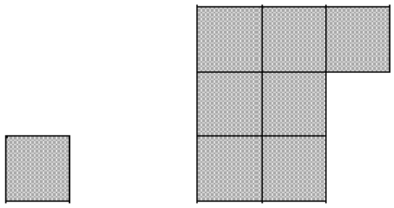
10.29.1 Cours a, 6e (2001)

Aire et périmètre

I. Aire d'une surface :

1) Définition :

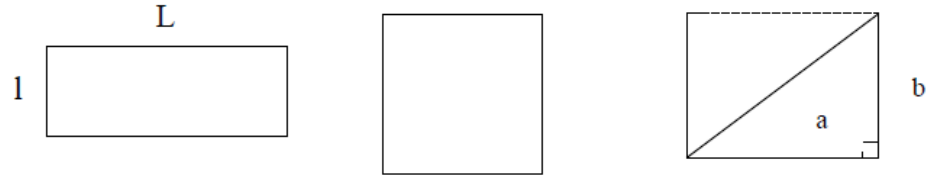
L'aire d'une surface est sa mesure dans une unité d'aire donnée.
Ex :



1 unité d'aire 7 unités d'aire

Remarque, comme unité d'aire, on utilise généralement les m^2, cm^2…

2) Formules :



$A = L \times l$ $A = c \times c$ $A = \frac{a \times b}{2}$

Attention : Les longueurs doivent être exprimées dans la même unité.

Exemples : Calculer les aires des surfaces suivantes :
a) ABCD est un rectangle de longueur 8cm et de largeur 4,5cm.
b) EFGH est un carré de côté 7m.
c) IJK est un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesure 5m et 12 cm.
d) LMNO est un rectangle de longueur 5,2dm et de largeur 0,5 m

3) Conversion des unités d'aires :

km^2		hm^2		dam^2		m^2		dm^2		cm^2		mm^2	

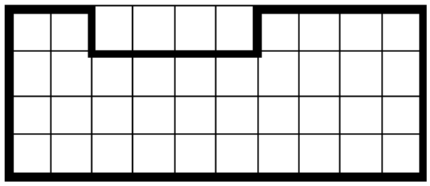
Ex : Convertir 1,8 km^2 = …. m^2 63mm^2= …cm^2

II. Périmètre d'une figure :

1) Définition :

Le périmètre d'une figure est la longueur de la ligne qui la délimite, dans une unité de longueur donnée.

Ex :



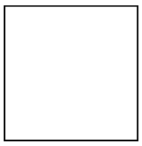
1 unité de longueur

Le périmètre de la figure est de …. unités de longueur.

2) formules :

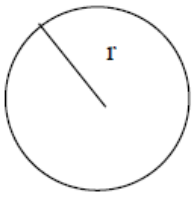


$P = (L + l) \times 2$



$P = 4 \times c$

III. Périmètre du cercle :



Le périmètre d'un cercle de rayon r est :
$P = 2 \times \pi \times r$ où π est un nombre ayant pour valeur approchée 3,14

Remarque : Le périmètre d'un cercle de diamètre d est : $\pi \times d$

Exemples : Calcule les périmètres des cercles suivants :

a) cercle de rayon 5cm
b) cercle de diamètre 17cm
c) cercle de rayon 125 km (calculer avec la valeur approchée de π et la valeur donnée par la calculatrice.)

10.29.2 Cours b, 6e (2001)

7.2. Utiliser une formule

Carré et rectangle

Si on appelle L la longueur du rectangle, et l sa largeur, l'aire du rectangle se calcule par la formule : $\mathcal{A} = L \times l$

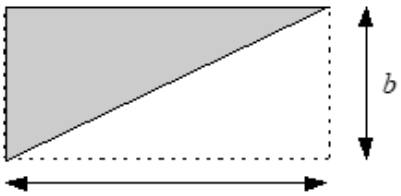
Si les deux dimensions sont exprimées dans la même unité de longueur, le mètre, l'aire est exprimée en m². On y reviendra sous peu.

Dans le cas du carré qui n'est qu'un cas particulier du rectangle, les deux dimensions sont égales; il n'y a pas lieu de parler de longueur et de largeur. On appelle c la longueur du côté et la formule de calcul devient : $\mathcal{A} = c \times c = c^2$

Le nombre c^2 qui permet de calculer l'aire d'un carré est donc appelé pour cette raison, le carré du nombre c.

Le triangle rectangle :

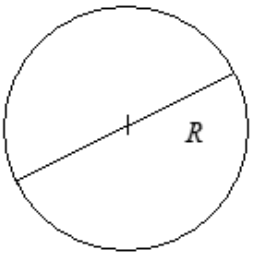
Un triangle rectangle est la moitié d'un rectangle. Il suffit donc de connaître les dimensions du rectangle, de calculer l'aire du rectangle, et d'en prendre la moitié pour obtenir l'aire du triangle rectangle.



L'aire d'un triangle rectangle se calcule donc par la formule : $\mathcal{A}$ = **Erreur !** *où a et b sont les longueurs des deux côtés de l'angle droit du triangle rectangle.*

Le disque

Il n'y a pas vraiment de moyen de justifier rapidement la formule de calcul de l'aire d'un disque. On se contentera donc, pour le moment, de l'admettre et d'apprendre à l'utiliser correctement.



Pour un disque de rayon R, l'aire se calcule en utilisant la formule : $\mathcal{A} = \pi \times R^2$

Si l'on veut exprimer l'aire du disque en fonction du diamètre D : on remplace dans la formule précédente, R par son expression en fonction de D, à savoir **Erreur !** *et on obtient ainsi :* $\mathcal{A} = \pi \times$ **Erreur !**

.

Une telle formule n'est pas indispensable à connaître par cœur, mais cela montre que l'on peut adapter les formules utilisées aux circonstances que l'on rencontre.

10.29.3 Cours c, 6e (2003)

Les aires

① **Aire d'une surface :**

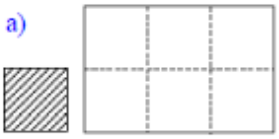
Définition : L'*aire* d'une surface est sa mesure dans une unité d'aire donnée.

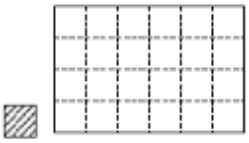
Pour mesurer l'aire d'une surface :

. On choisit une unité d'aire

. On compte combien de fois cette unité d'aire est contenue dans la surface

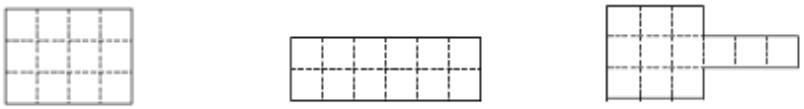
Exemples : a)





L'aire du rectangle est 6 si l'unité est le grand carré.
L'aire du même rectangle est 24 si l'unité est le petit carré.

b) Des figures de formes différentes peuvent avoir la même aire :

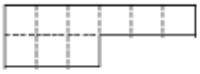


Les figures ①, ② et ③ ont la même aire (12 petits carrés).

② **Déterminer l'aire d'une surface :**

1ère méthode : On peut compter (lorsque c'est possible) le nombre d'unités d'aire contenues dans la surface :

Exemples : a)



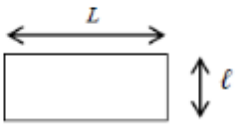
L'aire de cette figure est : 9 si l'unité choisie est 

b) L'aire de cette figure est : 10 si l'unité choisie est 

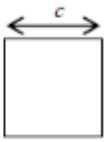


* *Lire la méthode 1 page 169.*

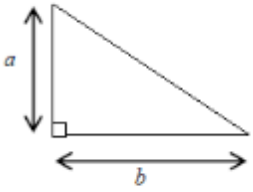
2ème méthode : On peut appliquer une formule :

Aire du rectangle : 

$A = L \times \ell$

Aire du carré : 

$A = c \times c$

Aire du triangle rectangle : 

$A = \frac{a \times b}{2}$

Exemples : *Voir méthode 2 page 169.*

Attention : avant d'effectuer les calculs, il faut vérifier que les longueurs sont exprimées dans la même unité !

③ Les unités d'aires usuelles :

L'unité d'aire principale est le **mètre carré** (m^2).

Les multiples du mètre carré sont : . le *décamètre carré* (dam^2)

. l'*hectomètre carré* (hm^2)

. le *kilomètre carré* (km^2)

Les sous-multiples du mètre carré sont : . le *décimètre carré* (dm^2)

. le *centimètre carré* (cm^2)

. le *millimètre carré* (mm^2)

On a : $1\ km^2 = 100\ hm^2$ $1\ m^2 = 100\ dm^2$

$1\ hm^2 = 100\ dam^2$ $1\ dm^2 = 100\ cm^2$

$1\ dam^2 = 100\ m^2$ $1\ cm^2 = 100\ mm^2$

Les unités agraires : l'hectare (ha) **1 ha = 1 hm^2**

l'are (a) **1 a = 1 dam^2**

le centiare (ca) **1 ca = 1 m^2**

Elles servent à évaluer la grandeur des terrains, des champs, des bois...

④ **Conversions :**

Convertir, c'est changer d'unité d'aire. Pour cela, on peut utiliser un tableau de conversions. On le remplit en mettant deux chiffres par colonne.

km^2		hm^2		dam^2		m^2		dm^2		cm^2		mm^2	
			ha		a		ca						
			4	0	0	0	0						
							0	0	0	1	3		
	0	0	1	5									
				3	0	0	0	0	0				
										9	4	5	0
					0	0	0	1	5				

Exemples : $4\ hm^2 = 40\ 000\ m^2$ $30\ a = 300\ 000\ dm^2$

$13\ cm^2 = 0{,}0013\ m^2$ $94{,}5\ cm^2 = 9\ 450\ mm^2$

$1{,}5\ ha = 0{,}015\ km^2$ $0{,}0015\ dam^2 = 0{,}15\ m^2$

10.29.4 Cours e, 5e (2002)

Aires des figures planes

1) Les deux règles de base

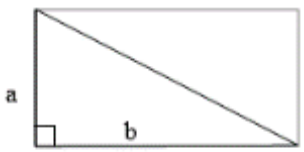
Aire du rectangle : $A = a \times b$ où a et b sont ses deux dimensions.

Aire du disque : $A = \pi \times R^2$ où R est son rayon.

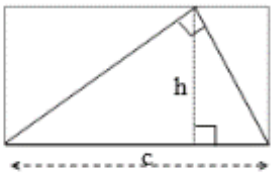
2) Retrouver d'autres règles à partir de ces deux-là

Aire du triangle rectangle :

Un triangle rectangle est la moitié d'un rectangle. Son aire est donc la moitié de celle d'un rectangle. Ce que l'on peut présenter de deux manières ci-contre :



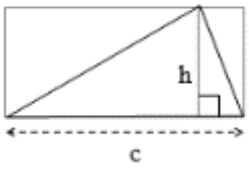
$$A = \frac{a \times b}{2}$$



$$A = \frac{c \times h}{2}$$

Aire du triangle quelconque :

De la même manière, tout triangle peut être envisagé comme la moitié d'un rectangle, dont les dimensions sont un côté et la hauteur qui lui est associée. Étant donné qu'un triangle a trois côtés et une hauteur associée à chacun d'eux, il y a trois calculs possibles.



$$A = \frac{c \times h}{2}$$

Aire du carré (notation en exposant) :

Un carré est un rectangle particulier pour lequel les deux dimensions sont égales. Si on appelle c la mesure du côté, la règle de calcul devient : $A = c \times c = c^2$

Aire du trapèze (utilisation de la distributivité) :

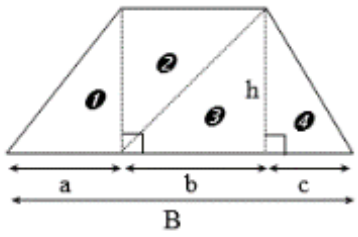
Un trapèze peut être découpé en quatre triangles rectangles :

$$A = \frac{a \times h}{2} + \frac{b \times h}{2} + \frac{b \times h}{2} + \frac{c \times h}{2}$$

$$A = \frac{h}{2} \times (a + b + c) + \frac{h}{2} \times b$$

$$A = \frac{h}{2} \times B + \frac{h}{2} \times b$$

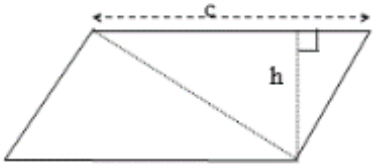
$$A = \frac{h}{2} \times (B + b) = h \times \frac{(B + b)}{2}$$



Aire du parallélogramme :

On découpe par la diagonale le parallélogramme en deux triangles qui sont symétriques par rapport au milieu de celle-ci et qui ont donc la même aire, d'où :

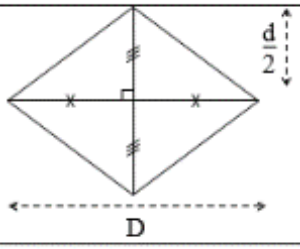
$$A = 2 \times \frac{c \times h}{2} \text{ donc } A = c \times h$$



Aire du losange (en fonction des diagonales) :

On partage le losange par une diagonale en deux triangles symétriques qui ont la même aire et pour dimensions D et $\frac{d}{2}$.

$$A = 2 \times \frac{(D \times \frac{d}{2})}{2} \text{ donc } A = \frac{D \times d}{2}$$



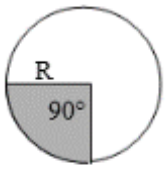
Aire d'une portion de disque (proportionnalité aire - angle) :

L'aire d'un disque se calcule par : $A = \pi \times R^2$ et correspond à 360°.

Pour une fraction de disque par exemple un quart de disque :

$$A = \frac{\pi \times R^2 \times 90}{360} = \frac{\pi \times R^2}{4}$$ et pour une portion de disque quelconque correspondant à un angle au centre de α degrés :

$$A = \frac{\pi \times R^2 \times \alpha}{360}$$



10.29.5 Cours f, 5e (2002)

Calculs d'aires

I. Mesures d'aire révision :
On mesure les aires en mètres carrés.
Un mètre carré est l'aire d'un carré dont le côté mesure un mètre.
1 m² = 100 dm² (10 dm × 10 dm).

Tableau de conversion des unités d'aires :

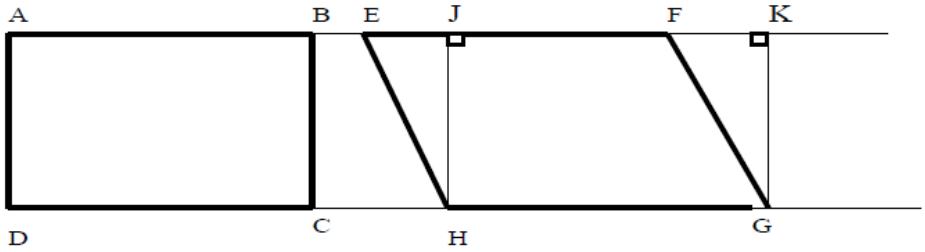
km²	hm²	dam²	m²	dm²	cm²	mm²
	hectare	are	centiare			

Mesures agraires : 1 hectare = 1 ha = 1hm² 1 are = 1 a = 1dam² 1 centiare = 1 ca = 1 m²

Compléter : 12,6 m² = ...cm² 234 cm² = ...dam² = ...ha
3 452 m² = ...ha 3 452 m² = ...cm² =.....mm²

Rappels : **l'aire d'un rectangle vaut le produit de sa longueur par sa largeur.**
l'aire d'un carré vaut le produit de son côté par lui-même.

II. Aire d'un parallélogramme :

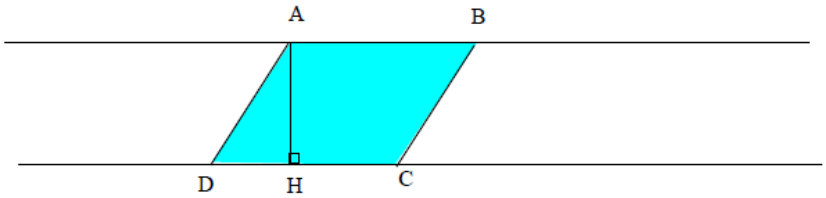


L'aire de ABCD = AB × BC
L'aire de EFGH = aire JKGH – aire FKG + aire EJH
or aire EJH = aire FKG
donc aire EFGH = aire JKGH

L'aire d'un parallélogramme vaut le produit d'un côté par la hauteur correspondante.

$A = b \times h$

Exercice : Construire d'autres parallèlogrammes d'aires égales à celle de ABCD



L'aire d'un parallélogramme ne dépend pas de son « inclinaison ».

10.30 Annexe 30 Contrôle de y_3

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

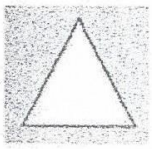


Figure A

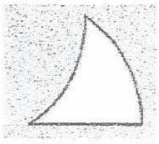


Figure B

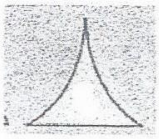


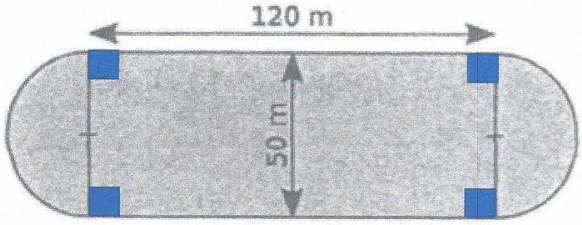
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

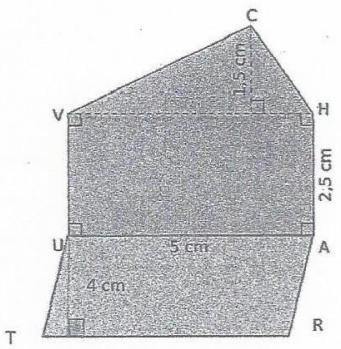
Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².

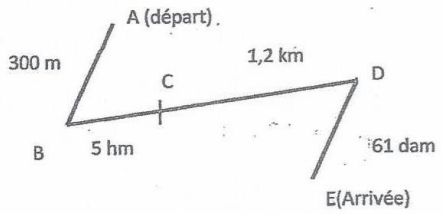


Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?



Exercice 6 (2 points)

Le cross du collège part du point A et passe par les points B,C et D et arrive en E. Quelle est la longueur de ce cross ?

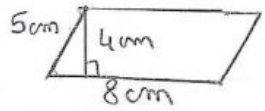
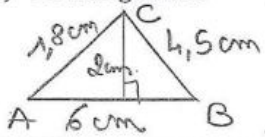
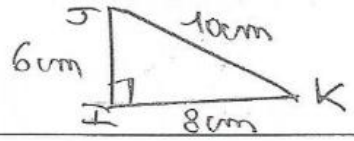


Exercice 7 (2,5 points)

L'appartement de Leila est composé de 5 pièces qui mesurent repectivement 15 m² ; 8 m² ; 150 dam² ; 0,2 dam² et 12m². Quelle est l'aire totale de cet appartement ?

BONUS

Exercice 8 Calcule l'aire et le périmètre des figures suivantes.

a) Carré de côté 3 cm	b) Un rectangle de longueur 5 cm et de largeur 3 cm	c) Un disque de rayon 6 cm.
d) Un parallélogramme 	e) Le triangle ABC 	f) Le triangle IJK 

10.31 Annexe.31 Documents issus de la classe de y_3

10.31.1 Cahier de leçons

Leçon n° 10 : Comparer des périmètres et des aires sans mesurer

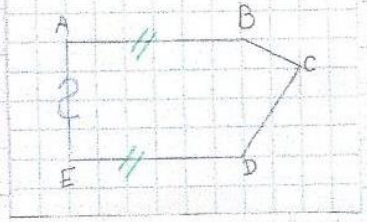
Question comment comparer des périmètres et des aires sans mesurer ?

I) Comparer des périmètres

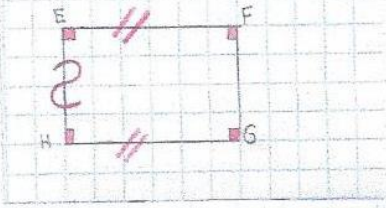
Le périmètre est la longueur de la figure.

• Comparer les périmètres de ABCDE et de EFGH

Périmètre de ABCDE



Périmètre du rectangle EFGH



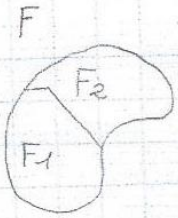
$P_{ABCDE} = AB+BC+CD+DE+AE$ $P_{EFGH} = EF+FG+GH+HE$

On a BD = EH = FG (EFGH est un rectangle)
Par inégalité triangulaire dans le triangle BCD (leçon précédente)
BD < BC+CD
Donc FG < BC+CD
Donc le périmètre de EFGH est plus petit que le périmètre de ABCDE

II) Comparer des aires

1) propriété

F est une figure plane composée de deux sous-figures F1 et F2 qui n'"empiètent" pas l'une sur l'autre
On a Aire (F) = Aire (F_1) + Aire (F_2)



Conséquence : Aire (F_1) = Aire (F) - Aire (F_2)

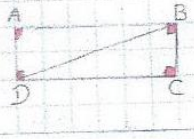
2) Remarque

Attention ! Périmètre de F_1 + périmètre de F_2 ≠ périmètre de F

3) Exemples

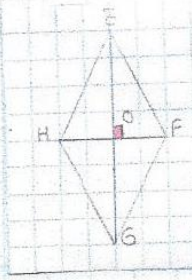
Comparer les aires de ...

Exemple 1
ABCD et
ABD



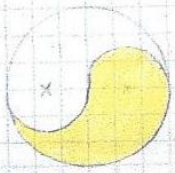
Aire de ABCD = Aire ABD + aire BCD
Or aire ABD = Aire BCD
Donc l'aire de ABCD est deux fois plus grande que l'aire de ABD.

Exemple 2
EFGH et
EHO



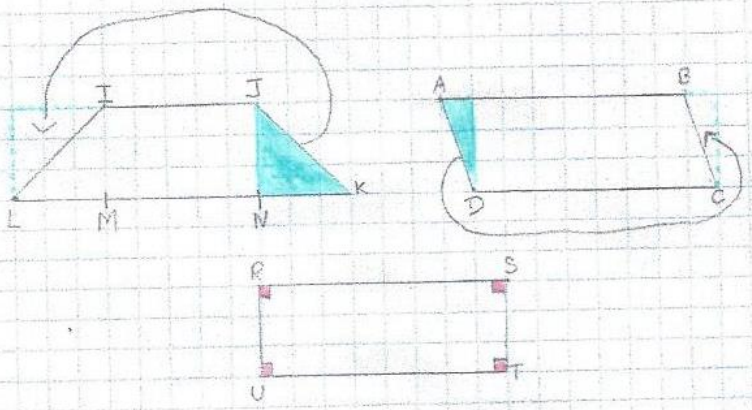
Aire EFGH = Aire EOF + aire EOH + aire OFG + aire HOG
Or les quatre triangles sont égaux. Ils ont la même aire. L'aire de EFGH est 4 fois plus grande que l'aire de EHO.

Exemple 3
Aire partie
jaune et
l'aire du
grand disque



L'aire de la partie jaune est égale à l'aire de la partie blanche. L'aire du disque est deux fois plus grande que l'aire de la partie jaune

Exemple 4.



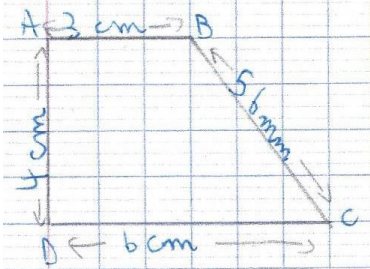
On déplace les triangles verts. L'aire du trapèze IJKL, l'aire du parallélogramme ABCD et l'aire du rectangle RSTU sont égales.

Leçon n11 Calculer de périmètres et des aires

I) Comment calculer le périmètre d'une figure ?

On additionne toutes les longueurs du pourtour de la figure. On part de A et on revient au point A par exemple
Attention toutes les longueurs doivent être dans la même unité.

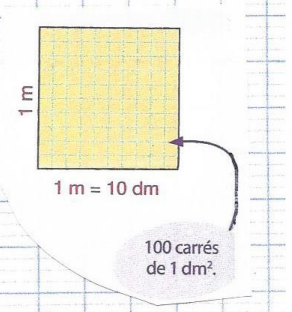
périmètre = AB + BC + CD + DA



périmètre = AB + BC + CD + DA
périmètre = 3 cm + 5,6 cm + 6 cm + 4 cm
périmètre = 3 cm + 5,6 cm + 6 cm + 4 cm
périmètre = 18,6 cm

II) Comment convertir des unités d'aires ?

Le décimètre carré (dm^2) est l'aire d'un carré de côté 1 dm.
Un carré d'aire 1 m^2 contient 100 carrés d'aire 1 dm^2.



A retenir
1 cm^2 est l'aire d'un carré de côté 1 cm.
1 dm^2 est l'aire d'un carré de côté 1 dm. etc.

On écrit
1 dm^2 = 1 dm × 1 dm 1 cm^2 = 1 cm × 1 cm 1 mm^2 = 1 mm × 1 mm

Convertir 587 dm^2 en cm^2
587 dm^2 = 587 × 1 dm^2 = 587 × 1 dm × 1 dm
= 587 × 10 cm × 10 cm
= (587 × 10 × 10) × 1 cm × 1 cm
= 58700 cm^2

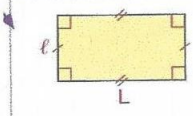
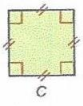
$2\,hm^2 = 2 \times 1\,hm^2 = 2 \times 1\,hm \times 1\,hm$
$= 2 \times 100\,m \times 100\,m$
$= (2 \times 100 \times 100) \times 1\,m \times 1\,m$
$= 20\,000\,m^2$

$0{,}0001\,cm^2 = 0{,}0001 \times 1\,cm^2 = 0{,}0001 \times 1\,cm \times 1\,cm$
$= 0{,}0001 \times 0{,}01\,m \times 0{,}01\,m$
$= (0{,}0001 \times 0{,}01 \times 0{,}01) \times 1\,m \times 1\,m$
$= 0{,}00000001\,m^2$

$11\,000\,m^2 = 11\,000 \times 1\,m^2 = 11\,000 \times 1\,m \times 1\,m$
$= 11\,000 \times 0{,}001\,km \times 0{,}001\,km$
$= (11\,000 \times 0{,}001 \times 0{,}001) \times 1\,km \times 1\,km$
$= 0{,}011$

$40{,}06\,dam^2 = 40{,}06 \times 1\,dam^2 = 40{,}06 \times 1\,dam \times 1\,dam$
$= 40{,}06 \times 100\,dm \times 100\,dm$
$= (40{,}06 \times 100 \times 100) \times 1\,dm \times 1\,dm$
$= 400\,600\,dm^2$

III) Formules de base

Rectangle	Carré
	
$\mathcal{A} = L \times \ell$	$\mathcal{A} = c \times c$

- Pour calculer l'aire du rectangle, on multiplie sa longueur **L** par sa largeur ℓ.

Exemples

Aire d'un rectangle de longueur 7,1 cm et de largeur 4,3 cm : A = 7,1cm × 4,3cm = 30,53 cm²

Aire d'un rectangle de longueur 4,5m et de largeur 30dm.

A = 4,5m × 30dm = 4,5m × 3m = 13,5 m² = 45dm × 30dm = 1350 dm²

- Un carré est un rectangle où la longueur est égale à la largeur. Pour calculer l'aire d'un carré, on multiplie son côté *c* par lui même.

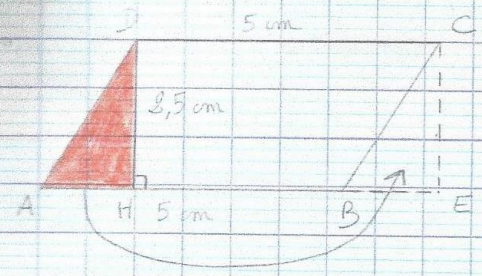
Exemple Aire d'un carré de côté 6 cm : A= 6 cm× 6 cm = 36 cm²

IV) Comment calculer l'aire d'un parallélogramme et d'un triangle ?

➡ **On se ramène à l'aire d'un rectangle.**

Comment calculer l'aire d'un parallélogramme ?

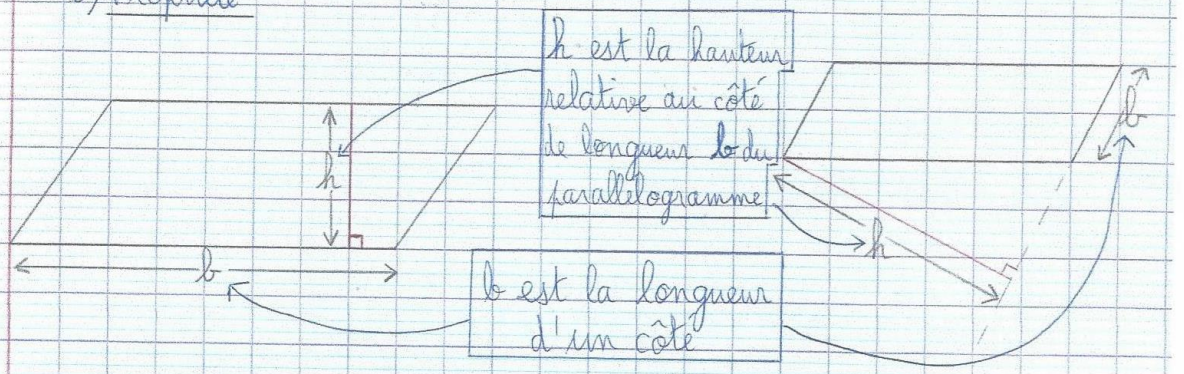
a) Exemple



On choisit le cm^2 comme unité d'aire
Le parallélogramme ABCD et le rectangle DHEC ont la même aire.
Donc
Aire du parallélogramme ABCD = 5 cm × 2,5 cm
$= 12,5\ cm^2$

L'aire de ABCD fait intervenir DH qui est appelée hauteur du parallélogramme relative au côté [AB].
(DH) est perpendiculaire à (AB).

b) Propriété



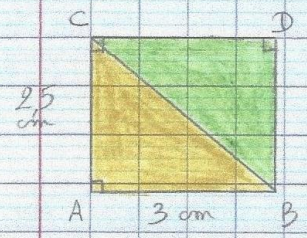
Pour calculer l'aire d'un parallélogramme, on multiplie la longueur b de l'un de ses côtés (appelée base) par la hauteur h relative à cette base.
$A = b \times h$ où b est la base du parallélogramme et h la hauteur relative à la base.
b et h sont exprimés dans la même unité.

Remarque : la hauteur peut être située à l'extérieur du parallélogramme.

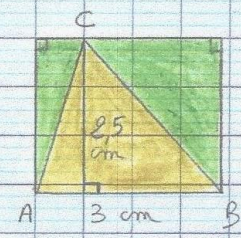
2) Comment calculer l'aire d'un triangle ?

a) Exemples

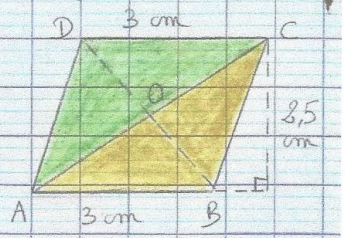
Comment calculer l'aire du triangle ABC ? On choisit le cm^2 comme unité d'aire.



ABC est rectangle en A



La hauteur de ABC est à l'intérieur du triangle



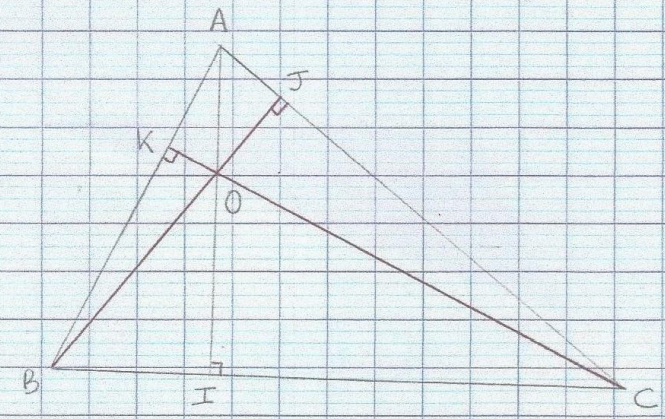
La hauteur de ABC est l'extérieur du triangle

Dans les 3 cas, l'aire de la partie verte et l'aire du triangle ABC e jaune sont égales.
L'aire du triangle ABC en jaune est égale à la moitié du rectangle o du parallélogramme formé par les deux parties jaunes et vertes.

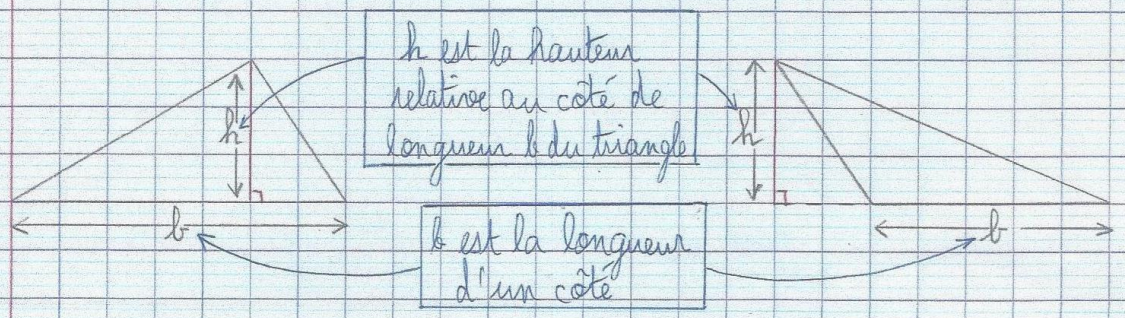
Aire ABC = Aire (ABC) = 3 cm × 2,5 cm ÷ 2 = 7,5 cm^2 ÷ 2 = 3,75 cm^2.

b) Hauteurs d'un triangle

Une hauteur d'un triangle est la droite passant par un sommet et perpendiculaire au côté opposé. Un triangle a donc 3 hauteurs. I ci (AI) est la hauteur relative à [BC].
(BJ) est la hauteur relative à [AC] et (KC) est la hauteur relative à [
On appelle aussi hauteur les longueurs AI, BJ et KC.



c) Propriété



Pour calculer l'aire d'un triangle, on multiplie la longueur b de l'un de ses côté (appelée base) par la hauteur h relative à cette base puis on divise par deux.
A = b × h ÷ 2 où b est la base du triangle et h la hauteur relative à la base.
b et h sont exprimés dans la même unité.

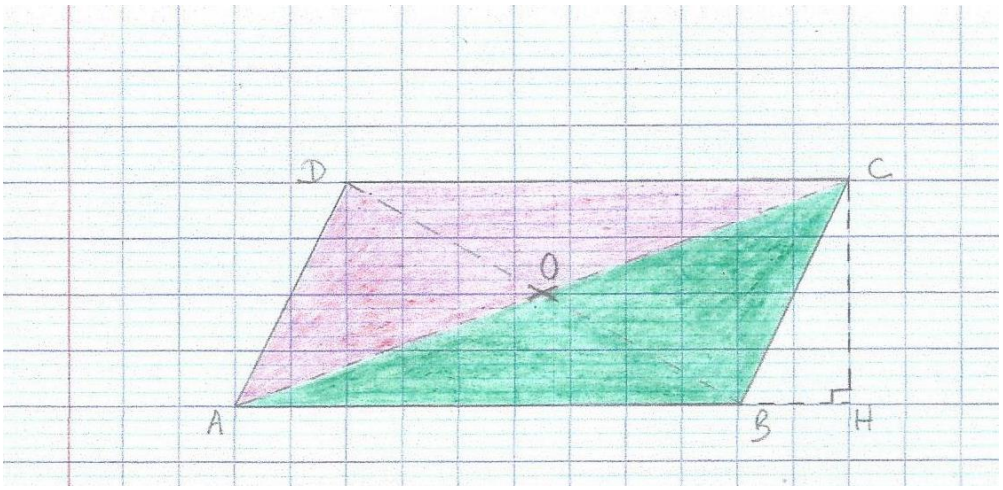
Remarque : la hauteur peut être située à l'extérieur du triangle.

d) Démonstration

ABC est un triangle. O est le milieu de [AC]. On construit le symétrique par rapport au centre O du triangle ABC ; on obtient le triangle rose ADC de même aire que ABC. On a ainsi formé un parallélogramme ABCD. La hauteur du triangle ABC mais aussi du parallélogramme ABCD relative à [AB] est [CH]. Donc

Aire (ABCD) = 2 × aire (ABC)

Et aire (ABC) = aire (ABCD) ÷ 2 = AB × CH ÷ 2



V) Périmètre du cercle et aire du disque

1) Périmètre du cercle

Le périmètre du cercle de rayon R est donné par $P = 2 \times \pi \times R$.

Exemples

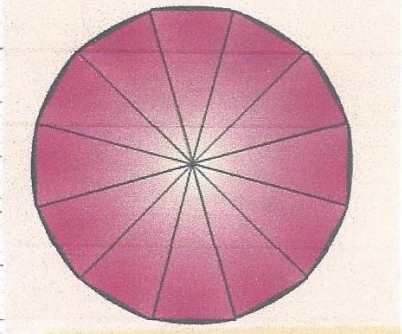
- Périmètre d'un cercle de rayon 6,4 cm

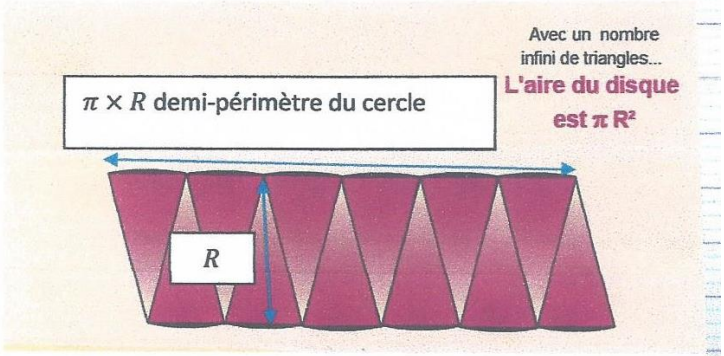
$$P = 2 \times \pi \times 6,4\ cm = 12,8\ \pi\ cm \approx 40,21\ cm\ (arrondi\ au\ centième)$$

- Périmètre d'un cercle de diamètre 3 cm. Son rayon est de 1,5 cm.

$$P = 2 \times \pi \times 1,5\ cm = 3\ \pi\ cm \approx 9,42 cm\ (arrondi\ au\ centième)$$

2) Aire du disque





L'aire du disque est donnée par $A = \pi \times R \times R$, où R est le rayon du disque.

Exemples (aires arrondies au centième)

Aire d'un disque de rayon 4 cm :

$$A = \pi \times 4\ cm \times 4\ cm = 16\pi\ cm^2 \approx 50,27 cm^2$$

Aire d'un disque de rayon 6,3 cm :

$$A = \pi \times 6,3 cm \times 6,3\ cm = 39,69\pi\ cm^2 \approx 124,70\ cm^2$$

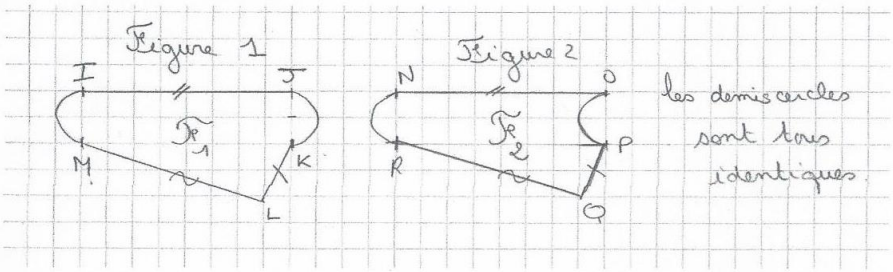
Aire d'un disque de diamètre 6 dam :

$$A = \pi \times 3\ dam \times 3\ dam = 9\pi\ dam^2 \approx 28,27\ dam^2$$

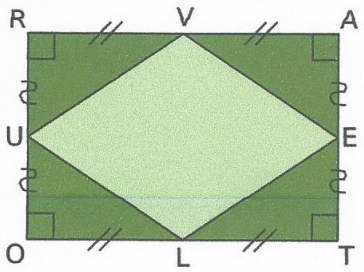
10.31.2 Cahier d'exercices

5e Exercices **COMPARER DES AIRES ET DES PERIMETRES**

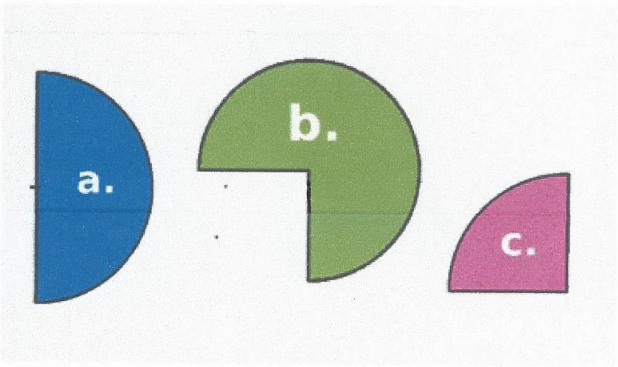
Exercice 1 : Comparer les périmètres des figures 1 et 2, sans mesurer, en utilisant les codages.



Exercice 2 : Ne pas recopier les figures. Recopier et compléter les phrases.

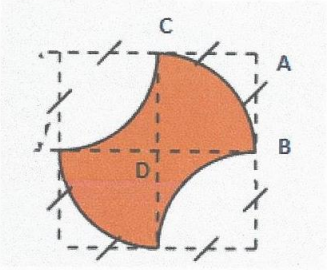


a) L'aire du rectangle RATO est ..... plus grande que l'aire du rectangle RVLO.
b) L'aire du rectangle RVLO est ..... plus grande que l'aire du triangle RUV.
c) L'aire du rectangle RATO est ..... plus grande que l'aire du triangle RVU.
d) L'aire de RATO est .....l'aire du losange VELU.



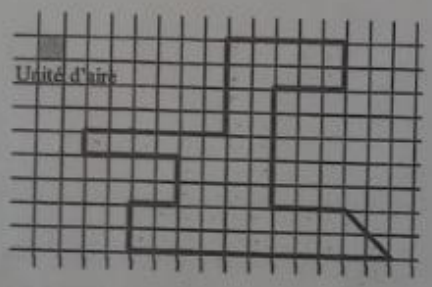
Toutes les figures ci-contre ont le même rayon.

e) L'aire de la figure a est ..... plus grande que l'aire de la figure c.
f) L'aire de la figure c est ..... plus petite que l'aire de la figure b.
g) L'aire de la figure b est ..... plus grande que l'aire de la figure a.

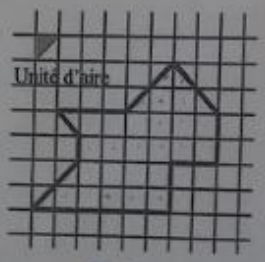


h) L'aire de la figure orange est ..... plus grande que l'aire du carré ABDC.

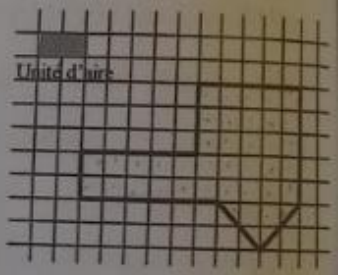
1. En prenant comme unité d'aire celle qui est indiquée, donne l'aire de chaque figure



Aire = ...50... unités



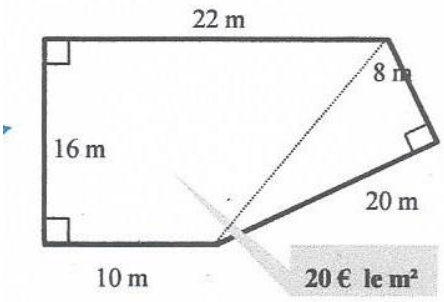
Aire = ...53... unités



Aire = ...19,5... unités

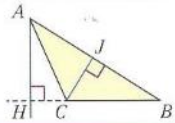
N°6 page 30

Quel est le prix de ce terrain ?



N°21 page 105

Bilan 21 **QCM** Il y a toujours une ou plusieurs bonnes réponses. Les trouver toutes.

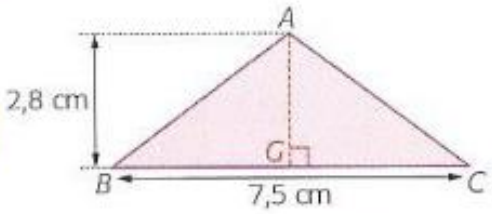
Proposition	A	B	C
1.  L'aire du triangle ABC s'écrit :	$\frac{AB \times CJ}{2}$	$\frac{AJ \times AH}{2}$	$\frac{BC \times AH}{2}$
2. La valeur exacte du périmètre d'un cercle de rayon 3 cm est :	$\pi \times 3$ cm	$6 \times \pi$ cm	$1{,}5 \times \pi$ cm

N°8 à 12 page 105

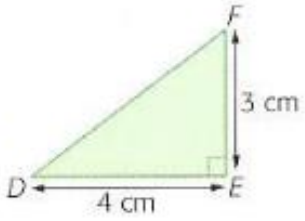
8 Calculer le périmètre et l'aire d'un disque de rayon 35 cm. Donner une valeur exacte puis une valeur approchée au cm près de chaque résultat.

9 Calculer l'aire de chaque triangle.

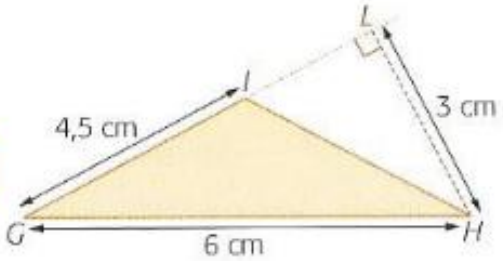
a



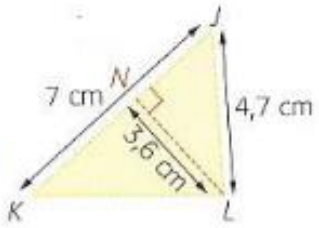
b



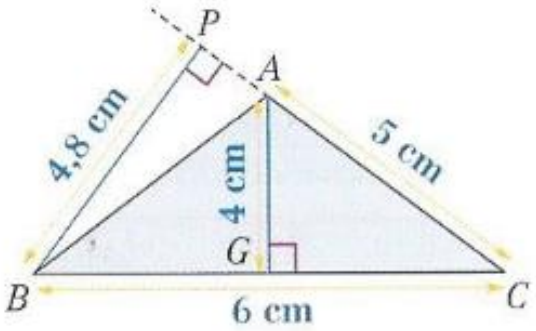
c



d

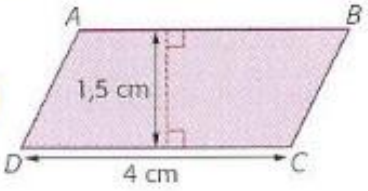


10 Calculer l'aire du triangle ABC de deux façons différentes.

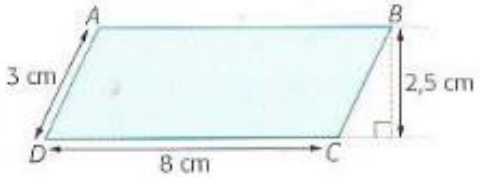


11 Calculer l'aire de chaque parallélogramme.

a



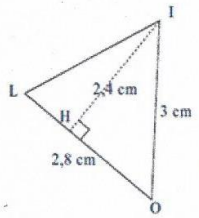
b

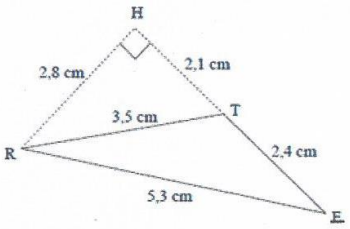


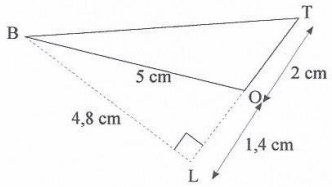
12 Un parallélogramme a un côté qui mesure 8,2 cm et la hauteur associée à ce côté mesure 40 mm. Calculer son aire (en cm^2).

CALCULER DES AIRES ET DES PERIMETRES 5e

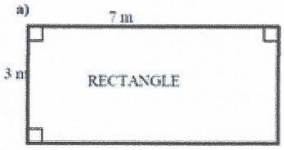
① Calcule l'aire des triangles

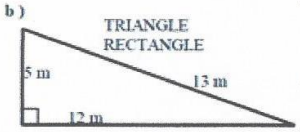


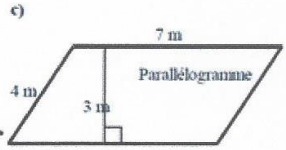


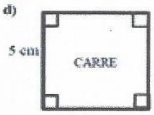


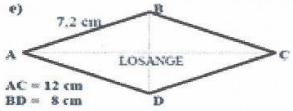
② Quels sont **l'aire** et le **périmètre** de chaque figure :









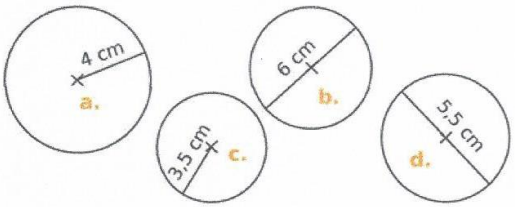


③ Calcule au dixième près l'aire et le périmètre des deux disques suivants :

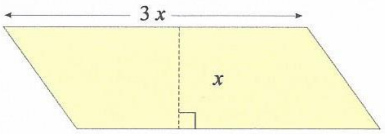
a) un disque de rayon 4,8 cm ;

b) un disque de **diamètre** 12,6 dm.

④ Calcule l'aire et le périmètre des disques suivants :



⑤ Comment choisir x (en cm) pour que l'aire du parallélogramme ci-dessous soit égale à 27 cm² ?



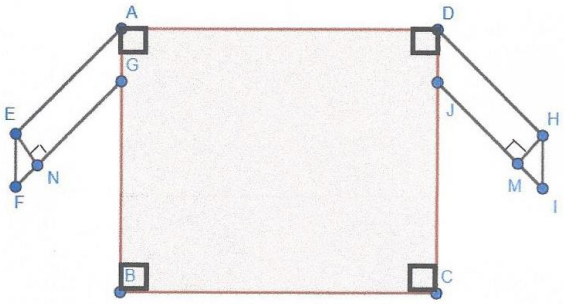
Exercices du Tour du monde

Les figures ne sont pas à l'échelle.

Amérique du sud

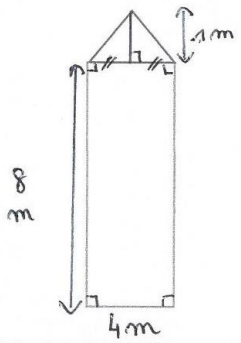
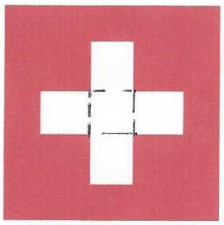
Pour réaliser un poncho, nous avons besoin de tissu.

A partir de la figure, appelé en couture patron, calculer l'aire de tissu nécessaire à la réalisation du poncho.



AD= 60cm
AB= 45cm
DH= JI= EA = GF = 30cm
EN= HM = 10cm
DJ=HI=AG=EF

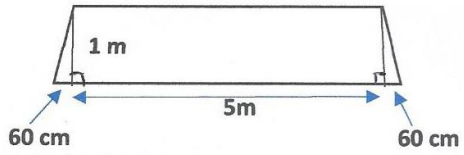


les Etats Unis	la Suisse
 **Calculer l'aire constituée par une façade avant de maison.** 	 **SWITZERLAND** **On veut fabriquer ce drapeau à l'aide d'un tissu blanc et de la peinture rouge. Combien de m² faut-il pour peindre et réaliser ce drapeau ?** Côté du grand carré : 6 m Côté d'un carré blanc : 1,5 m Les 5 carrés blancs de la croix sont identiques.

Chine

Le toit ci-contre est composé de 4 pans identiques dont voici les dimensions.

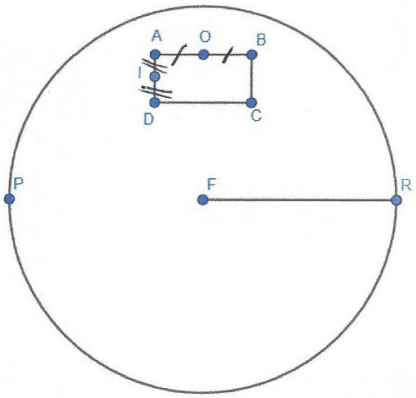




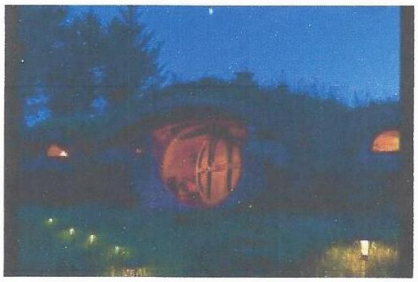
Calculer l'aire du toit.

Canada

Il faut passer du vernis sur cette porte en bois un peu particulière, comportant une fenêtre rectangulaire. Calculer l'aire à vernir.

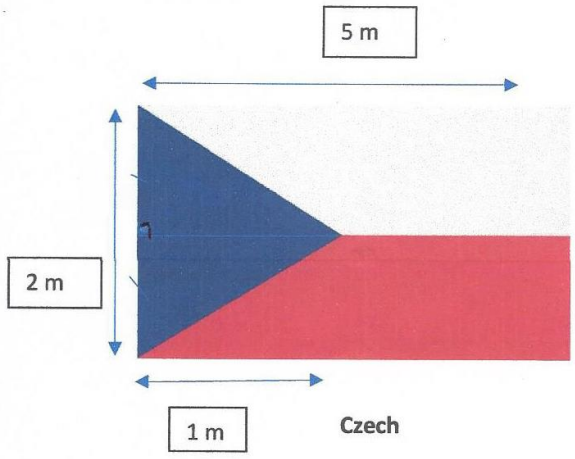


ABCD est un rectangle.
AO= 45 cm
AI=40 cm
FR= 1,2m



La République Tchèque

On veut fabriquer ce drapeau à l'aide de tissu. Quelle aire de tissu bleu, blanc et rouge doit-on commander pour le réaliser ?



Czech

Republic

Les unités

Rappel à lire : Exemple corrigé

$58\ m^2 = 58 \times 1\ m^2 = 58 \times 1\ m \times 1\ m$
$= 58 \times 10\ dm \times 10\ dm$ car $1m = 10\ dm$
$= (58 \times 10 \times 10) \times 1\ dm \times 1\ dm$
$= 5\,800\ dm^2$ car $1dm \times 1dm = 1\ dm^2$

Exercice 1 : Recopier et Compléter

$53\ m^2 = 53 \times 1\ m^2 = 53 \times 1\ m \times 1\ m$ $= 53 \times 10\ dm \times 10\ dm$ $= (53 \times 10 \times 10) \times 1\ dm \times 1\ dm$ $= 5300\ dm^2$	$7{,}1\ cm^2 = 7{,}1 \times 1\ cm \times 1\ cm$ $= 7{,}1 \times 10\ mm \times 10\ mm$ $= (71 \times 10 \times 10) \times 1\ mm \times 1\ mm$ $= 710\ mm^2$
$450\ m^2 = 450 \times 1\ m^2 = 450 \times 1\ m \times 1\ m$ $= 450 \times 0{,}1\ dam \times 0{,}1\ dam$ $= (450 \times 0{,}1 \times 0{,}1) \times 1\ dam \times 1\ dam$ $= 4{,}5\ dam^2$	$500\ dm^2 = 500 \times 1\ m^2 = 500 \times 1\ dm \times 1\ dm$ $= 500 \times 0{,}01\ dam \times 0{,}01\ dam$ $= 5 \times 0{,}01 \times 0{,}01 \times 1\ dam \times 1\ dam$ $= 0{,}05\ dam^2$

N°4 et 5 page 104

4 Recopier et compléter les égalités suivantes :

a. $2\ hm^2 = \ldots\ m^2$ **b.** $753\ cm^2 = \ldots\ dm^2$

c. $\ldots\ km^2 = 71\,000\ m^2$ **d.** $15{,}36 \ldots = 1\,536\ m^2$

e. $46\ m^2 = \ldots\ cm^2$ **f.** $6{,}4\ cm^2 = \ldots\ mm^2$

5 Convertir en cm^2 les aires suivantes :

a. $32{,}7\ m^2$ **b.** $6\,300\ mm^2$

c. $0{,}03\ dm^2$ **d.** $650\ m^2$

10.31.3 Contrôle inventé par Mahmoud

CONTROLE DE MATHEMATIQUES

20/17,5 (4) 3 2 1

bon travail

1) Fais les calculs comme dans les exercices que nous avons fais ensemble . 10/4,5

a) 22 x 4 : 2 = 88 44 0 j

b) 13+ 20 x 2= 66 2,5 j

c) 1000 : 2 x5= 2500 2,5 j

d) 11 + 30 x 2= 82 2,5 j

2)Suis le programme de calculs . 10/10

a) Utilise le chiffre 12:

- choisis un nombre
- additonner par 9
- diviser par 4

(12+9):4=5,25 5 j

b) Utilise le chiffre 20 :

- choisis un nombre
- additionner par 10
- multiplier par 2

(20+10)x2=60 5 j

1

10.32 Annexe 32 Copies des élèves interrogés en milieu urbain

Alizée.

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

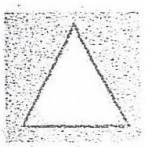


Figure A

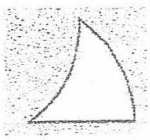


Figure B

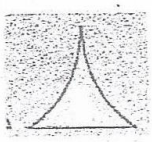


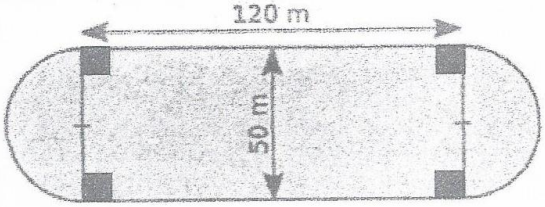
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

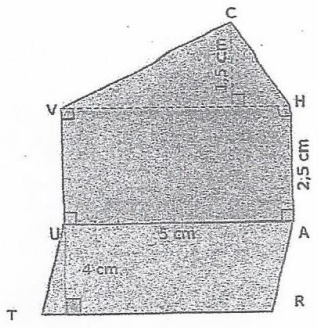
Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?



Mathématique Alizée

5°1

18,5/20 Très bon travail Reprends l'exercice 3

Ex 1 : Aire : A et B
Périmètre : B et C (2/2)

Ex 2 :



4 cm x 4 cm = 16 cm² (1)

Ex 3 : a) 5 km = 5000 m 5000 m x 5000 m x 1€ = 25 000 000 €
785 398 16,34 m² x 10€ = 7853 981,634 ≈ 7853 98 16,3
Le prix de la taxe est de 7 853 981,634 €
Pourquoi divisé par 10 ?

(3) b) 5 km x 2 x π = 10π km
Le périmètre de la zone de réception est de 10π km environ

Ex 4 : 120 m x 50 m = 6000 m²
50 : 2 = 25
25 m x 25 m x π = 625π m² (3)
625π m² + 6000 m² ≈ 6625 m²

L'aire du stade c'est 625π m² + 6000 m² ce qui est environ égal à 6625 m².

Utilisée

figure de aire de la figure !
Préférer A VCH pour aire de VCH.

Ex5: VCH = 5 cm × 1,5 cm : 2 = 3,75 cm²

VHAU = 5 cm × 2,5 cm = 12,5 cm²

TUAB = 5 cm × 4 cm = 20 cm²

(5)

3,75 cm² + 12,5 cm² + 20 cm² = 36,25 cm²

L'aire à repeindre est de 36,25 cm²

Ex6: 5 hm = 50 m

1,2 km = 1200 m

61 dam = 610 m

(2)

300 + 50 + 1200 + 610 = 2160

La longueur de ce cross est de 2160 m.

Ex7: 150 dm² = 1,50 m²

0,2 dam² = 0,20 m²

15 m² + 8 m² + 1,50 m² + 0,20 m² + 12 m²

(2,5) = 36,7 m²

L'aire total de cet appartement est de 36,7 m².

Ex8) a) Aire: 3 cm × 3 cm = 9 cm²

Périmètre: 3 cm × 4 = 20 cm

b) Aire: 5 cm × 3 cm = 15 cm

Périmètre: (5 cm × 2) + (3 cm × 2) = 16 cm

c) Aire: 6 cm × 6 cm × π = 6π cm²

Périmètre: 12 cm × π = 12π cm

d) Aire: 8 cm × 4 cm = 32 cm²

Périmètre: (8 cm × 2) + (5 cm × 2) = 26 cm

Alice

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

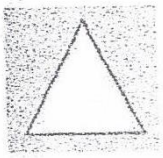


Figure A

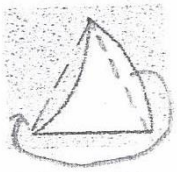


Figure B

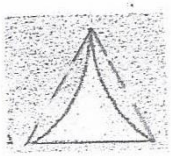


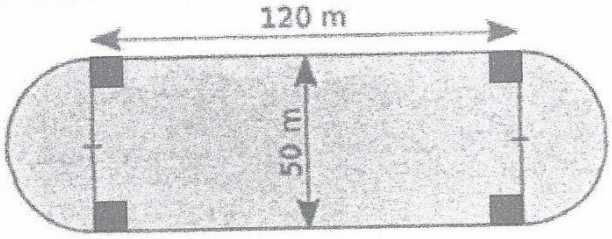
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

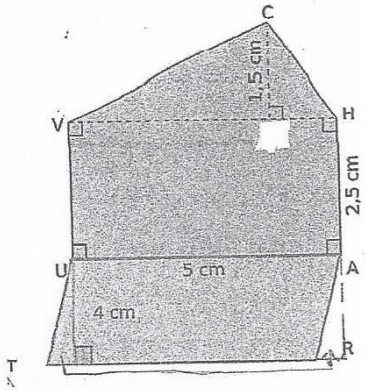
Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?



Alice

18,5/20 TBien

5e 1

Devoirs 25 MARS 2019

MATHS

que tu n'oies pas ou le temps de finir le tout.

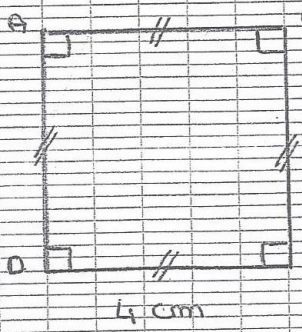
Ex 1

LA FIGURE B A LA MÊME AIRE QUE LA FIGURE A.

LA FIGURE C A LA MÊME AIRE QUE LA FIGURE A.

1/2

Ex 2



4 cm × 4 cm = 16 cm²

1/1

Ex 3

1) 5 km × 5 km × π = 25 π
≈ 78,53 km²

10 × 78,65 = 780,3

LE PRIX DE LA TAXE EST DE 786,3 €.

4/4

2) 6 km × 2 × π = 12 π
≈ 37,41 km

LE PÉRIMÈTRE DE LA ZONE DE RÉCEPTION EST DE 37,41 KM.

Ex 4

A DU RECTANGLE : 60 M × 120 M = 6000 M²

A DU DISQUE : 25 M × 25 M × π = 625 π
≈ 1963,49 M²

6000 + 1963 = 7963,49 M² ARRONDI À 7963

L'AIRE DU STADE EST D'ENVIRON 7963.

3,5/3,5

EX 5

A DU RECTANGLE AHVV = 2,5 × 5 = 12,5 CM²

A DU TRIANGLE RECTANGLE CHV = 5 × 1,5 ÷ 2 = 3,75 M²

A DU PARALLÉLOGRAMME ARTU = 4 × 5 = 20 CM²

12,5 + 3,75 + 20 = 36,25 CM²

EMMA DOIT REPEINDRE 36,25 CM².

5/5

EX 6

300 M

5 HM = 500 M

1,2 KM = 1200 M

61 DAM = 610 M

300 + 500 + 1200 + 6,1 = 2006,1 M

LA LONGUEUR DU CROSS EST DE 2006,1 M.

1,5/2

EX 7

0,2 DAM² = 20 M²

150 DM² = 1,5 M²

15 M²

8 M²

12 M²

20 + 6,5 + 15 + 8 + 12 = 56,5 M²

L'AIRE DE L'APPARTEMENT DE LEILA EST DE 56,5 M²

2,5/2,5

EX 8

BONUS

	PÉRIMÈTRE
A	3 × 4 = 12 M
B	5 × 2 + 3 × 2 = 16 M
C	6,2 × 4 = 37,68 M

Calypso

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

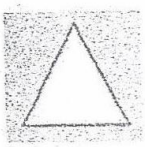


Figure A

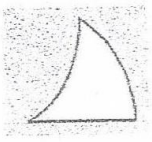


Figure B

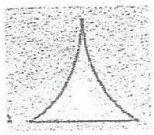


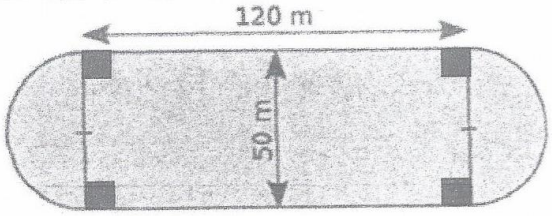
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

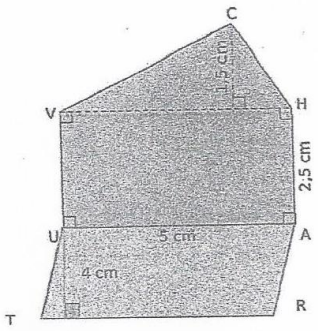
Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?



Calypso D.S n°7

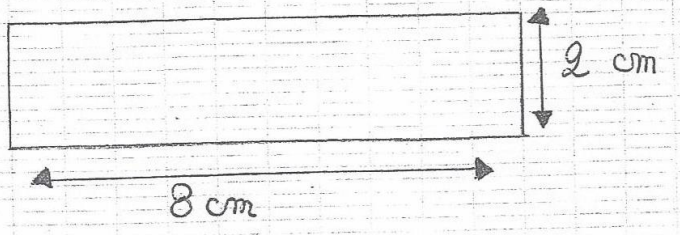
5e1

14/20	Assez Bien Revois comment convertir les unités d'aire Fais tes calculs

Exercice 1 :

Aire : Figure A _____ Figure B
Périmètre : Figure A _____ Figure B. Non (1)

Exercice 2 :



(1)

Aire : 16 cm^2
Périmètre : 20 cm.

Exercice 3 :

calculs ?

(1) Le prix de la taxe sera de 250 000 €.
. Car l'aire du cercle est de 25 π Km^2 donc si je multiplie celui-ci j'obtien 250 000 € de taxe.

(2) (2) Le périmètre est de 10 π Km. Car je multiplie par deux le rayon puis par π.

Exercice 4.

$120 \times 50 = 6000\ m^2$
$25 \times 25 \times \pi = 625\pi\ m^2$

$625\pi\ m^2 + 6000\ m^2 = 6625\ m^2$ Donne une valeur approchée.

(3) L'aire du stade est de $6625\ m^2$.

Exercice 5 :

$1,5 \times 5 : 2 = 3,75\ cm^2$
$5 \times 2,5 = 12,5\ cm^2$
$4 \times 5 = 20\ cm^2$
(5) $20\ cm^2 + 12,5\ cm^2 + 3,75\ cm^2 = 36,25\ cm^2$.

L'aire à repeindre est de $36,25\ cm^2$.

Exercice n°6 :

$300\ m + 610\ m + 500\ m + 1200\ m = 2610\ m$

(1) Le cross du collège mesure 2610 m.

Exercice 7

unités d'aire d'attention !

m^2 $15\ m + 8\ m + 15\ m \times 2 + 12\ m = 52\ m^2$

fait L'appartement mesure $52\ m^2$.

(0)

Louis

5e1

Devoir surveillé n°7 (1 heure)

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

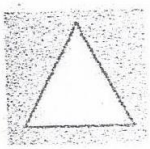


Figure A

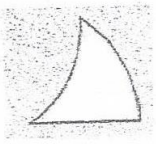


Figure B

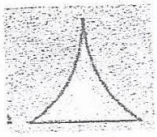


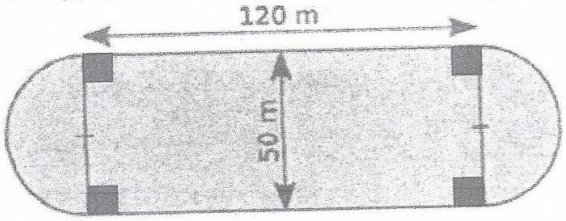
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

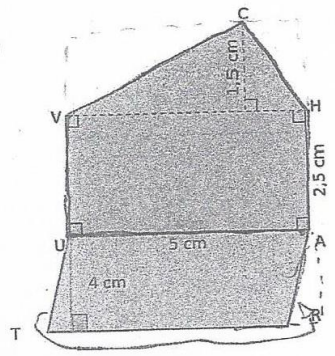
1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?

2,5



13/20

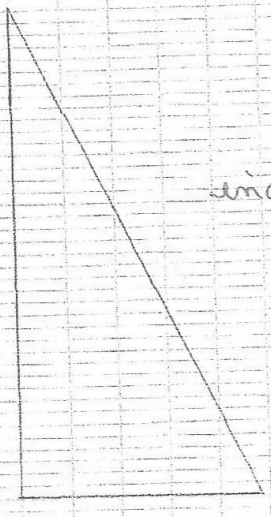
Devoir de Surveillé de Math n°7

Tous

5°1 Exercice 1 :
Aire : A, B
périmètre : B, C

2

Exercice 2 :



7,5

indique les mesures

1

Exercice 3 :

0 nf

Exercice 4 :

3,0 → 120m × 50m = 6000m²

50m : 2 = 25m

25 + 25 + π = 625 π m² = 6000m² + 625m² =

0,5 L'aire du Stade est de 6625 m²

non

et ne pas oublier

11

Exercice 5. que calcules-tu ?

1,5cm × 5cm = 7,5 cm² /
2,5cm × 5cm = 12,5 cm² /
5cm × 4cm = 20 cm² /

(5) 20cm² + 12,5cm² + 3,75cm² = 36,25cm². /
Phrase ! /

Exercice 6 :

A → B = 300m
B → C = 500m
C → D = 1200m
D → E = 610m

1,2 km = 1200 m
5 hm = 500 m
61 dam = 610 m

1200 + 610 + 500 + 300 = 2610 m

(2pt) La longueur du cross est de 2610 m. /

Exercice 7.

~~150 dm² = 15 m²~~

(pt)

Emmanuel

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

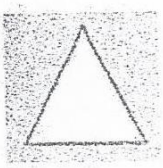


Figure A

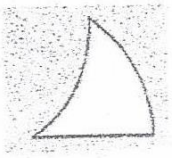


Figure B

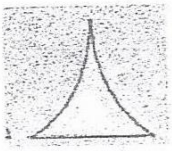


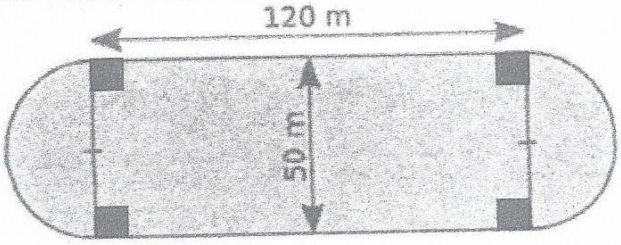
Figure C

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

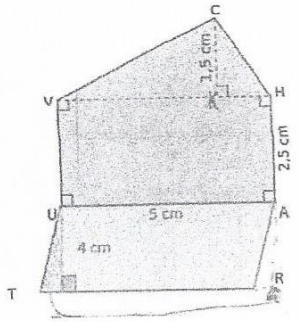
Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?



Emmanuel

Contrôle de Math

08/20 à revoir les erreurs pour corriger et au niveau des digues

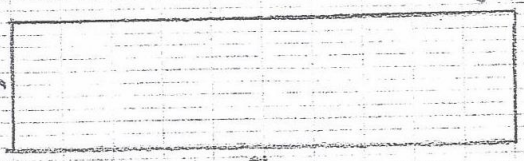
5e

Exc 1 : La figure b et c ont la même aire

Exc 2 :

Code la figure !

1/1



2 x 8 = 16 cm² ✓
↑ ↑
unités

exc 3 :

① ?

0/4

② ?

exc 4 :

P20 x 50 = 6000 m² ✓ unités dans les calculs

50 ÷ 2 = 25 m² ✓ unité

25 ~~+25 x 11~~ = ~~P03,5~~ m²

25 x 25

6000 + P03,5 = 6 ~~P03,5~~ m²

1,5/3,5

L'aire du stade est de 6 ~~P03,5~~ m²

exc 5 :

1,5 $5 \times 1,5 \div 2 = 3,75$ cm

~~$1,5 \times 1 = 1,5 : 2 = 0,75$ cm~~ il y en a en trop !

$5 \times 2,5 = 12,5$ cm²

1,5 $5 \times 4 = 20$ cm²

(4,5) $20 + 12,5 + 0,75 + 3,75 = 37$ cm unités

L'aire est de 37 cm²

exc 6

Erreur de conversion !

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
0,	3	0	0			
0,	5					
0,	0	0	6	1		

(1,5/2) 0,300 km + 0,5 km + 0,0061 km + 1,2 km :

= 2,0061. 0,61

Il y a 2,0061 k à parcourir

Erreur pour convertir.

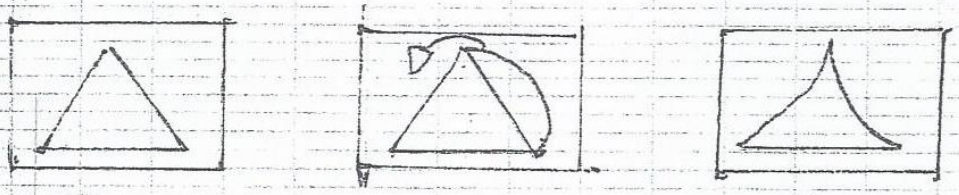
exc 7 ?

(0/2,5)

mf.

→D

exc 1 :



A) B) C)

Donc A et B ont la même ~~longueur~~ aire

exc 3 :

a) 5 x 5 ~ continue !

exc 5 :

5 x 1,5 = 7,5 ÷ 2 = 3,75

Léa

5e **Devoir surveillé n°7 (1 heure)**

Les exercices peuvent être faits dans l'ordre de votre choix.

Exercice 1 (2 points)

Ces 3 pièces du Curvica sont obtenues à partir d'un triangle équilatéral (figure A) dont chaque côté est creusé ou bombé « de la même façon » ou laissé en l'état.

Trouver deux figures qui ont la même aire puis trouver deux figures qui ont le même périmètre, parmi ces trois figures.

0,5

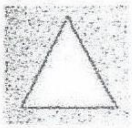


Figure A

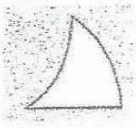


Figure B

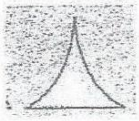


Figure C

A = B
B = C

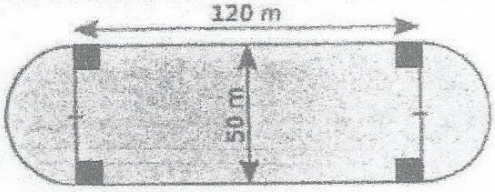
Phrases ? Les figures sont-elles égales ?

Exercice 2 (1 point) Trace en vraie grandeur une figure de ton choix d'aire 16 cm².

Exercice 3 (4 points) L'émetteur de radio B a une portée de 5 km. A partir de juin la ville instaure une taxe de 10 euros pour 100 hm².

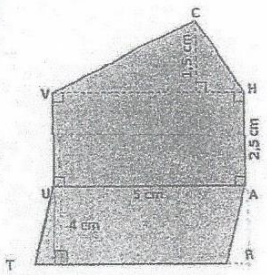
1) Calcule le prix de la taxe.
2) Calcule le périmètre du disque formé par la zone de réception.

Exercice 4 (3,5 points) Calcule l'aire de ce stade. Arrondir au m².



Exercice 5 (5 points) Elodie doit repeindre cette pièce de bois.Quelle est son aire ?

5



Léa

Devoir surveillé 5

10/20

Accroche toi ! Reprends les formules de calculs du disque (aire et périmètre)

exercice n°2



Car on fait 8 cm × 2 cm = 16 cm² ✓

1

exercice n°3 :

1/ Le prix de la base est de 50 000 m² car :

5 km → 5 000 m ✓

5 000 × 10 = 50 000

mon

0,5

2/ Le périmètre de la zone est de 25 π car :

5 km + 5 km + π = 25 π) Non 5 × 2 = 10

0 ✓

exercice n°4 :

1

120 m × 50 m = 6000 m² ✓

L'aire du rectangle est de 6000 m ✓

mon

50 m : 2 × π ≈ 25 π

L'aire du disque est de 25 π ×

25 π + 6000 m² ≈ 6025 π

L'aire du stade est de 6025 π ×

mon

mon ✓

exercice n°5 :

5 cm × 4 cm = 20 cm² ✓

5 cm × 2,5 cm = 12,5 cm² ✓

5 cm × 1,5 cm : 2 = 3,75 cm² ✓

20 cm² + 12,5 cm² + 3,75 cm² = 36,25 cm². ✓

3,5

1,5

L'aire de cette figure est de 36,25 cm². ✓

exercice n°6 :

5 km → 500 m. ✓ 1,2 km → 1200 m ✓ 6,1 dam → 610 m. ✓

1,5

300 m + 500 m + 1200 m + 610 m = 2610 m². ✓

0,5

La longueur de ce circuit est de 2610 m². ✓ Oui ✓

exercice n°7 :

150 dm → 15 m ✓ 0,2 dam → 2 m. ✓ non m²

6

15 m² + 8 m² + 15 m² + 2 m² + 12 m² = 52 m². ✓

L'appartement a un total d'aire de 52 m². ✓ Non

10.33 Annexe 33 Entretiens avec les élèves du milieu urbain

Collège 3, Entretiens ANTE et POST

ALIZEE (18,5 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE

C : Il n'y a pas de question piège, faut pas t'inquiéter ! Alors toi, comment tu fais pour réviser les maths ?

E : Ben euh…

C : Il n'y a pas de bonnes réponses. Chacun fait comme il veut, voilà.

E : En fait, à la base j'arrive bien à me rappeler des méthodes, c'est plus facile pour réviser. Je lis la leçon et euh…

C : D'accord.

E : Je me souviens quoi, de ce qu'on a fait.

C : Tu te souviens de ce que tu as fait en cours, en fait ?

E : Ah oui, c'est ça. Moi je fais surtout de la pratique.

Blanc

C : Par exemple sur le contrôle sur les aires et périmètres tu vas réviser quoi ? Donc tu te souviens évidemment…

E : Je me souviens. Ben surtout des formules.

C : D'accord

Blanc

C : Et alors, comment tu fais pour les réviser ?

E : Ben généralement, je les apprends et après comme je les sais, c'est plus pratique pour appliquer.

C : Un exercice qui tomberait à coup sûr, tu dirais que ce serait quoi ?

E : Bennnnn…

C : Si tu mets un pari sur un exo !

E : Il y aura forcément des formes à calculer, de toute façon.

C : Alors quelles formes ?

E : Le cercle.

C : Oui

E : Et euh le parallélogramme.

C : Oui

C : Ok d'autres formes ou pas ? Parallélogramme, cercle ?

Blanc

C : Tu utilises des livres ? La leçon ?

E : Généralement c'est la leçon.

C : Que la leçon ?

E : Oui.

C : Et autre chose ?

E : Que la leçon.

C : Ok ok.

C : Euh tes parents est-ce qu'ils t'aident ? Où t'es plutôt autonome ?

E : Ben ils aident un peu.

C : Est-ce qu'ils te donnent des conseils pour bien travailler en maths ?

E : Oui.

C : Qu'est-ce qu'ils te disent ?

E : Ben c'est par exemple quand on fait des DM, ils vont me le corriger et m'expliquer si je fais des fautes et pourquoi.

C : D'accord.

C : Et alors quand tu apprends les formules, comment tu sais que tu sais, comment tu es sûre que tu les sais bien, ces formules ?

E : Ben en fait, c'est par exemple quand on fait des exercices qu'il faut calculer l'aire d'un carré et que je m'en souviens, que je sais quelle formule c'est, ça veut dire que je le connais bien.

C : D'accord et alors s'il y avait un étranger qui arrivait dans la classe et que tu devais l'aider à travailler et qui ne connaît rien au système français, tu dois l'aider à travailler en maths, quels conseils tu lui donnerais ?

E : Bah déjà c'est surtout de bien écouter en classe, pendant les cours. Le plus gros du travail, finalement, c'est en classe.

C : Oui. Allez c'est bon, je te libère. Merci Alizée.

ALIZEE (18,5 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Alizée, comment ça s'est passé ce contrôle ?

E : Bien

C : Bien Ok. Est-ce que tu peux m'expliquer comment tu as révisé le contrôle ?

E : euh …oui j'ai relu ma leçon.

C : Tu peux me montrer ? Quelle leçon ?

E : Oui. *Blanc* …les aires et les périmètres.

C : D'accord. Comment tu l'as apprise cette leçon ?

Blanc

C : Essaie de te souvenir. C'était quand ?

E : Ben…pendant le week-end.

C : Tu avais commencé avant de réviser ou pas ?

E : Euh …non…non…j'apprends au fur et à mesure. Si il y a quelque chose que je comprends pas je le règle tout de suite.

C : D'accord.

E : Et puis les DM aussi ça aide pour savoir si on a compris avant le contrôle.

C : D'accord. Tu reprends tes DM pour réviser les contrôles ?

E : Non. C'est juste que je sais, que je sais que je sais faire.

C : Tu as des habitudes pour travailler, je veux dire sur les horaires de travail ?

E : Oui je travaille le week-end, samedi matin et le mercredi.

C : Dans ta chambre ? Où ?

E : Oui dans ma chambre.

C : D'accord. Comment tu as fait pour réviser ce contrôle. Souviens-toi.

E : Euh d'abord je l'ai lu une fois vite fait pour voir à peu près ce qu'il y a à réviser et après je relis mieux.

C : Tu relis quoi ?

E : La leçon. Oui.

C : D'accord, qu'est-ce que tu veux dire par « je relis mieux » ?

E : Ben je me concentre sur les formules, je les apprends toutes et après je les applique.

C : Comment tu fais pour les appliquer ?

E : Ben je refais les exemples de la leçon.

C : D'accord. Donne-moi un exemple.

E : Ben euh par exemple le triangle je récite d'abord la formule pour voir si je la sais ben euh la base fois la hauteur et divisé par 2 et après je fais les exemples sans regarder la solution.

C : Tu les fais sur un brouillon ? Tu le fais où ?

E : Non ! Dans ma tête. Je regarde surtout au début si je sais démarrer et aussi si c'est le bon calcul après le résultat on s'en moque.

C : OK. Tu as fait autre chose que la leçon ?

E : Non que la leçon.

C : Tu fais toujours, que de la leçon ?

E : En général oui. Mais des fois si, quand j'ai pas compris les exemples je regarde dans les exercices.

C : Et ça, ça arrive pas souvent ?

E : Non, je m'en aperçois avant.

C : Je te donne ta copie. Tu as bien réussi.

Elle regarde sa copie.

C : on reprend l'exercice 3 ensemble. Qu'est-ce qui est faux ?

E : Euh …ben en fait j'ai calculé l'aire en m² et après je me suis dit en hm² on ferait fois 10 pour le prix mais comme c'est des m² que j'ai calculé il faut diviser par 100 donc 10 divisé par 10 un puis re-diviser par 10 finalement on divise par 10.

Blanc

C : Ah. Alors attend…on va reprendre. Tu calcules l'aire en m².Ok. Sauf qu'on a des hm².Et ?

E : Oui donc on fait fois 10 pour le prix si on a des hm².

Blanc

C : Oui…pour trouver le prix à partir des hm² on multiplie par 10 mais si la correspondance était 1hm² 10 euros sauf qu'ici c'est pas 1 hm² c'est 100 hm² pour 10 euros.

E : Ah oui.

C : Plus simplement. 100 hm² est égal à combien de km² ?

E : Euh …euh ..1 km²

C : Oui donc 1km² coûte 10 euros, non ?

E : Ah oui. C'est ça.

C : Comment as-tu révisé les conversions pour les unités d'aires ?

E : Euh…je savais avant alors j'ai pas trop révisé cette partie en fait.

C : D'accord. Et les autres notions du chapitre tu connaissais déjà avant ?

E : Oui, on a appris toutes les formules des périmètres et aussi les aires oui mais pas le cercle et pas non plus les parallélogrammes.

C : Le cercle, vous ne l'aviez pas fait l'année dernière ?

E : Non.

C : Merci Alizée.

ALICE (18,5 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Bonjour. Alors Alice, toi comment tu fais pour bien travailler les maths, les contrôles ?

E : Ben pour préparer les contrôles d'abord j'apprends les leçons. Et aussi …J'essaye de refaire les exemples de la leçon. J'essaie de trouver le bon résultat et si je n'y arrive pas je vais voir les exercices alors.

C : Donc en fait tu te fixes plutôt sur les exemples de la leçon. Refaire les exemples de la leçon et après…

E : Après je vais refaire des exemples.

C : Toi tu travailles toute seule ou pas ? Quelqu'un t'aide ou ?

E : Non toute seule.

C : Un exercice qui tombe à coup sûr pour toi ça serait quoi ?

E : Le calcul d'aires et de périmètres de figures.

C : OK. Est-ce que tu t'aides des fois d'internet ?

E : Non.

C : Tu te sers des cahiers ?

E : Oui uniquement des cahiers.

C : D'accord.

C : Est-ce que tes parents te donnent des conseils pour bien travailler les maths ?

E : Ben pas forcément.

Blanc

C : Tu es plutôt autonome dans ton travail ?

E : Oui ils me demandent juste si j'ai fait mes devoirs.

J'ai pas besoin. Après je sais que si j'ai besoin qu'ils me fassent réciter, bah après il faut que je leur demande.

C : Et alors comment tu sais que tu sais ? Comment tu es sûre que ce que tu as fait c'est juste ?

E : Ben par exemple je regarde pas le résultat de l'exemple de la leçon et je marque juste le calcul sur une feuille et je vérifie avec la leçon.

C : D'accord Ok. Et donc toi si un chinois arrive, dans ta classe qu'est-ce que tu lui donnes comme conseil pour bien travailler en maths ?

E : Ben qu'il s'entraîne, qu'il apprenne ses leçons à chaque fois et s'il y arrive pas, qu'il demande des conseils.

C : Allez c'est bon. Merci Alice.

ALICE (18,5 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Comment tu as révisé ce devoir ? Tu me dis ?

E : J'ai lu la leçon et j'ai fait les exercices de la leçon.

C : Toute la leçon, une partie ? Tu peux ouvrir tes cahiers.

Elle ouvre son cahier de leçon. E : ça et ça.

C : Ok et alors comment tu fais ?

E : Je lis.

C : Ok

E : Je prends une feuille et j'écris ce qui est important. Il faut prendre son temps et bien lire les consignes.

C : Et là tu as marqué quoi ?

E : ben… l'aire, le périmètre et les figures.

C : D'accord et après.

E : Alors après je fais des exercices. Je fais l'important dans les exercices.

C : Tu dis tu fais des exercices importants ? Comment tu sais qu'ils sont importants ?

E : Alors si on écoute bien en classe, on sait.

C : D'accord, quels exercices tu as fait ?

E : Ben je les invente. J'écris une figure sur une feuille. *Blanc*

E : Je change un peu c'est tout.

C : Ah. Tu changes quoi ?

E : Les chiffres là. *Elle montre les valeurs numériques des exemples de la leçon.*

C : Donc quand tu me dis que tu fais les exemples de la leçon, en fait tu fais pas exactement les mêmes, tu changes les chiffres c'est ça ?

E : Oui. C'est ça. Mais pas tout le temps.

C : Tu me parles beaucoup de figures c'est important pour toi les figures ?

E : Ben oui en géométrie on fait toujours des figures. Mais des fois c'est des petits dessins ça m'aide à retenir.

C : Et après tu as fait des exercices ou autre chose ?

E : Non.

C : D'accord. Ok.

C : Est-ce que ça t'arrive de parler de maths dans la cour ou sur le trajet du collège ?

E : Oui ça m'arrive.

C : Tu dirais que ça t'arrive peu ? souvent ?

E : Euh ..plutôt souvent

C : D'accord. Plutôt avec qui ?

E : Avec Alizée et Tess ou Célia aussi.

C : D'accord. Tiens. Tu regardes et on en parle. *Je lui tends sa copie. Elle regarde attentivement. Blanc.*

C : C'est un bon devoir. On regarde tes erreurs ?

C : Le numéro 6. *Blanc.*

E : ah oui c'est 610.

C : Oui du coup ton résultat est faux. On fait ensemble le numéro 1.

E : J'ai marqué aire au lieu de périmètre.

C : Et c'est la même chose ?

E : Non bien sûr que non.

LEA (10 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

E : Je suis obligée ?

C : Oui, Léa, alors comment tu fais, toi pour travailler en maths ? Pour le futur contrôle par exemple.

E : J'écris plusieurs fois et j'écris les calculs et les formules sur mon tableau vu que j'ai un tableau dans ma chambre.

C : D'accord. T'écris plusieurs fois sur un tableau, tu m'as dit, sur un tableau ? Un tableau blanc ? Tableau à craies ?

E : Un tableau blanc et je fais des exercices à côté.

C : D'accord. Des exercices ? Tu fais plutôt des exercices, euh comment ?

E : Ben en fait j'ai un cahier de mathématiques d'exercices et du coup je peux m'entraîner.

C : D'accord. Un cahier en plus de celui de la classe tu veux dire ?

E : Oui c'est ma mère qui me l'a acheté, ça me sert juste à m'entrainer.

C : D'accord.

E : Sur le chapitre qu'on a.

C : Donc tu regardes le chapitre et puis tu t'entraînes ?

E : Voilà.

C : Où prends-tu les exercices ?

E : Sur mon cahier.

C : Ton cahier, il a des feuilles blanches mais où prends tu les exercices ? Ou je ne comprends pas.

E : Non, non. C'est un cahier avec des exercices.

C : Ah d'accord. C'est un livre avec des exercices de maths.

E : Oui c'est ma mère, elle est stressée alors elle m'achète des trucs pour réviser avant la rentrée.

C : Comment s'appelle ton cahier ?

E : Je sais pas.

C : Ok. D'accord.

C : Alors qu'est-ce que tu utilises du coup ? Donc ton cahier de maths ?

blanc

C : Qu'est-ce que tu utilises ? Tu utilises quoi comme support pour travailler à part ton cahier de maths acheté ?

E : La leçon et il y a certaines phrases que je sais déjà depuis la classe

C : OK donc toi si tu mises sur un exo qui va tomber à coup sûr, ça serait quoi ?

E : ça serait des figures qui seraient avec des longueurs, et des moitiés de rectangle et euh...

Euh des …***elle dessine un triangle sur sa feuille avec son doigt.***

C : Des moitiés de rectangles tu veux dire quoi ?

E : Euh oui …euh …des triangles ….je cherchais le mot. Des triangles, qu'on va rassembler et qui feraient un rectangle.

C : D'accord.

C : Ok, toi ta famille elle t'aide ou pas, tes parents ?

E : Non, quand j'ai besoin de quelque chose ils m'expliquent mais c'est rare.

C : D'accord, donc tu es plutôt autonome ?

E : Oui.

C : OK. Tes parents ils te donnent des conseils pour bien travailler en maths ou pas ?

E : Euh oui ils me donnent des trucs, tu dois faire ça d'abord ou ça.

C : Ils vérifient en fait des devoirs ou quelque chose comme ça ?

E : Non. Non !

C : D'accord. Qu'est-ce qu'ils te disent ?

E : Ben ils me disent va voir dans ta leçon pour comprendre ou va voir dans ton cahier ce qu'ils disent.

C : Tu m'as dit que tu fais des exercices. Et alors comment tu sais que c'est juste sur ton cahier ? Il y a des corrections ? Comment tu sais que c'est bon ?

E : Comment ça ?

C : Tu m'as dit que tu faisais des exercices sur ton cahier en plus, c'est ça ? Comment tu sais ?

E : C'est maman qui vérifie mais souvent je le sais aussi.

C : D'accord. OK

C : Si tu avais un chinois qui arrivait dans ta classe qui ne connaît rien au système, quels conseils tu lui donnerais pour faire des maths ?

blanc

Euuh… bennnnn

Je ferai des croquis au tableau pour lui montrer. Par exemple pour le triangle avec des flèches, avec des flèches pour qu'il comprenne. Je ferai des sortes de croquis.

C : D'accord. Ok allez c'est bon. Merci Léa.

LEA (10 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Léa. Alors pour toi, comment ça s'est passé le contrôle ?

E : Pfhh…je sais pas trop j'ai pas eu le temps, je me suis trop pressée genre.

C : D'accord. Tu m'expliques comment tu as fait pour réviser ?

E : Oui.

C : Je t'écoute.

E : Oui alors, j'ai fait des exercices.

C : D'accord. Quels exercices as-tu fait ? Tu peux me montrer ?

E : Ben c'est chez moi.

C : D'accord. D'où provenaient les exercices ?

E : De mon cahier.

C : Quel cahier ? de leçon ? d'exercices ?

E : Non, un autre que j'ai acheté.

C : Ah oui c'est vrai. Ok. Tu peux m'expliquer comment il est fait ton cahier ?

E : ben en haut y 'a un exercice avec la correction et après des exercices à faire. Je regarde d'abord celui qui est corrigé et après je fais les autres.

C : d'accord tu te souviens des énoncés ça parlait de quoi ?

E : Des figures avec des aires.

C : Quelles figures c'était ?

Blanc

E : Je me souviens plus.

C : Ok. Tu as fait autre chose ?

E : Oui j'ai récité ma leçon sur mon tableau.

C : D'accord. Quelle leçon ? Ouvre ton cahier. *Elle ouvre son cahier.*

E : Tout ça.

C : Qu'est-ce que tu marques sur ton tableau ?

E : La leçon. J'ai marqué ça et ça.

C : Autre chose ?

E : Non.

C : On regarde ta copie. ***Blanc***

Le début c'était bon. On regarde le numéro 7 ? Qu'est-ce que tu as fait ?

E : J'ai mis en m².

C : Par exemple 0,2 dam² en m². Comment tu fais ça ? *Elle lit les commentaires de sa copie.*

E : ben là …oui …ben oui ….ah oui y' a deux cases, je les ai loupées ! *rire*

C : Eh oui il y a deux colonnes par unité.

E : En fait j'en ai mis qu'une ! En fait, à la toute fin vous savez quand ça a sonné je me suis dit si ça se trouve, c'était celui avec les deux cases mais j'en étais pas sûre.

C : Quand est-ce qu'on fait « deux cases », comme tu dis, ou qu'on en fait qu'une ? Dans quels cas ?

E : Euh…euh…genre quand on convertit.

C : OK. Oui je te parle de conversion mais dans quel cas le tableau a deux colonnes et dans quel cas il en a qu'une ?

E : euh ben …ça j'ai pas trop compris*. Blanc*

C : D'accord. *Blanc* Tu as fait cet exercice à la fin de l'heure ?

E : Oui.

C : On reprend le numéro 4. Alors comment tu as fait ?

C : Comment on calcule l'aire du disque ?

E : Ben on fait le diamètre divisé par deux fois pi.

C : Ah…Non. Regarde ton cahier de leçon. *Elle ouvre son cahier…elle cherche …je lui indique où regarder.*

E : Ah oui. C'est pas ça.

C : Tu pourras m'amener ton cahier que tu as acheté ? Je te le rendrai, t'inquiètes pas.

E : Oui.

C : Merci Léa.

Léa ne me ramènera jamais le cahier mais elle me ramènera la formule de son cahier de mathématiques acheté dans le commerce qu'elle voulait utiliser. Il s'agit de $(D:2)^2 \times \pi$. *Dans la classe la notation « carré » n'a pas été utilisée. Il est possible que, ne comprenant pas le carré, elle a appris* $(D:2) \times \pi$.

LOUIS (13 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Assieds-toi Louis.

C : Comment tu fais toi pour apprendre ? Pour les contrôles par exemple, celui de lundi ?

E : J'essaie de retenir le maximum d'infos en classe, pour que ça soit plus facile à la maison.

Et ce que je ne sais pas, j'essaie de l'apprendre.

C : Ok mais comment tu fais concrètement pour l'apprendre ?

E : Ben … je lis plusieurs fois et après au bout d'un moment ça rentre dans la tête.

Je refais les exercices.

C : OK, quels exercices tu refais ?

E : C'est mon père qui me les donne.

C : Il les prend où, les exercices ?

E : euh...je sais pas. *Blanc* **…**Il les invente.

C : Si tu misais, sur des exos, ou c'est sûr, ça va tomber. Tu dirais quoi ?

E : Je dirais…. Calculer l'aire et le périmètre d'une figure.

C : Quelle figure ?

E : Euh… le triangle, le rectangle…le parallélogramme, le carré. Il peut y en avoir d'autres, je sais pas.

Ah si, il y a aussi les mètres carrés à changer d'unités.

C : Qu'est-ce que tu utilises, comme matériel pour travailler, tes cahiers, des livres, Internet ?

E : Mes cahiers

C : Que les cahiers ?

E : oui que les cahiers, ou papa.

C : Alors, … quels conseils il te donne, ton père pour bien travailler les maths ?

E : Bien relire les leçons, et surtout apprendre au fur et à mesure.

C : Ok. Pour le contrôle de lundi, tu as commencé de réviser ?

E : Non.

C : Ok.

C : D'accord. Imagine que tu as un chinois qui arrive dans ta classe, il est nouveau, il ne connaît rien au système scolaire français. Tu dois l'aider à être moins perdu, quels conseils tu lui donnes pour travailler en maths ?

E : Surtout il faut bien apprendre les leçons et bien écouter en classe, c'est le plus important.

C : Merci.

LOUIS (13 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour Louis. Comment ça s'est passé le contrôle ?

E : Tranquille ça va. *Je lui montre sa copie.*

C : Alors on regarde ton contrôle. Bon là c'est juste. Là aussi. C'est ok. Alors le numéro 7 tu l'as pas fait ?

E : Ah bon ? Je sais pas. C'est quoi l'exercice 7 ? ***Je sors le sujet et je lui montre. Il regarde le sujet.***

E : Ah ben oui j'ai pas eu assez de temps pour le faire !

C : Bon c'est une question de temps, c'est pas que tu savais pas faire.

E : Ben je pense que, et d'une je savais pas trop faire enfin j'ai eu un peu de mal sur ça, et de deux j'avais pas assez de temps pour réfléchir vraiment. En fait, j'ai perdu du temps sur l'exo d'avant.

C : D'accord. Donc tu as perdu du temps sur le cross.

E : Oui je pense que j'ai réussi le cross.

C : Le cross oui tu l' as bien réussi.

E : Oui j'ai perdu du temps aussi sur ça. *Il me montre le* numéro 5.

J'ai fait 1,5 fois 5 et après j'ai fait les pointillés et j'ai vu que j'avais oublié par 2. *Il me montre le triangle.*

C : Alors on revient au numéro 7.

E : Oui, mais je sais pas faire sans tableau.

C : Mais tu as bien le droit de faire un tableau ? Personne ne t'oblige à faire sans ?

E : Oui, mais je sais jamais décimètre c'est le deuxième ? C'est mm, cm et dm ou dam ?

C : mm, cm, dm, m, dam…

E : Ah oui ! Je confonds tout le temps.

C : Tu avais révisé ça ?

E : Non pas trop.

C : D'accord. Qu'est-ce que tu as fait dans tes révisions ? Tu peux me dire ?

E : J'ai relu ce week-end la leçon. Mais je la savais déjà.

C : A voix haute ? A voix basse ? Comment ?

E : Non normal je lis dans ma tête.

C : Comment tu as fait ? Dis-moi.

E : Ben, je me suis installé dans mon lit, j'apprends mieux le soir avant de me coucher. J'ai ouvert mon cahier et j'ai lu la leçon, une fois ça suffit. C'est bien.

C : Ok tu as lu une seule fois.

E : Oui. J'essaie de me souvenir quand je la lis, ça c'est quand on était en retard du sport…ou ça …

Sonnerie

C : Merci Louis.

EMMANUEL (8 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE

E : Je sors mes affaires ?

C : Euh pff…non on va voir

C : Juste un petit questionnaire pour voir, cela n'influe en rien sur vous, sur la façon de travailler en mathématiques. Juste comment tu travailles, en fait, en maths. Cela n'aura pas d'influence, hein. On est bien d'accord. C'est-à-dire pour réviser les contrôles, par exemple, il y a un contrôle lundi comment tu t'y prends ?

E : Ben je prends d'abord la leçon.

C : Donc toi tu fais d'abord les leçons ?

E : Sauf si dans les exercices on a mis des mots importants, ben parce que cette année, je sais qu'on l'avait fait.

C : Ouais d'accord.

E : Sinon après, en fait, euh…je relis phrases par phrase et après je récite tout d'un coup.

C : D'accord. OK. Et ça, tu fais ça, que depuis cette année ? Ou tu le faisais avant ?

E : Oui. Je le faisais en 6e.

C : D'accord.

E : Parce que avant en CM2, au primaire j'avais moins de mal à réviser les leçons tout seul et en 6e c'est plus dur. On a beaucoup plus de matières.

C : Ah oui.

E : Et c'est plus compliqué.

C : D'accord OK.

C : Euh… sur le contrôle donc là de lundi, toi tu dirais, un exo qui tombe à coup sûr, celui-là, il va tomber tu dirais lequel ?

Blanc

E : Sûr, ça serait….

E : Ah mins…Ben euh

Celui où il faut …comment dire, j'arrive pas à trouver

C : Sinon tu me montres, si tu as ton cahier.

E : Bah comme on avait fait, enfin, comme pour les fenêtres du Canada, en fait, on doit faire plusieurs calculs pour arriver à un seul résultat.

Je pense que ce serait ça parce qu'on a beaucoup travaillé dessus, j'ai trouvé.

C : D'accord.

E : Donc pour arriver à calculer une aire, quoi. Ouais voilà, c'est ça, ça va tomber là-dessus.

C : Alors au niveau des cahiers, des livres, est-ce que tu utilises Internet, je sais pas, des livres, ou alors ?

E : Que mes cahiers.

C : D'accord. Et donc tes parents, tes parents t'aident en fait ?

E : Oui mes parents m'aident.

C : Ok tu travailles aussi avec des copains ou plutôt tout seul ?

E : Un petit peu, quand j'ai de la permanence mais sinon c'est tout seul.

C : Et alors là, tu m'as dit tu relis phrases par phrase et euh, tu récites après ? Ou pas ?

E : Oui je récite en entier.

C : Et quand c'est des exemples, tu les récites aussi ou… ?

E : Alors ça dépend des exemples.

E : ça dépend de l'exemple après. Si c'est par exemple le carré ou si c'est rayon fois rayon

C : mmh.

E : Enfin non pas, rayon fois rayon, par exemple les triangles, je sais pas comment m'exprimer.

Euh… les triangles, les triangles je me dis si c'est un triangle isocèle équilatéral ou autre.

Après je refais pas tous les exemples.

C : Pas tous ?

E : Ben non.

C : Donc tu en choisis, en fait, certains.

E : Oui voilà certains, ceux qui me paraissent plus importants.

C : D'accord.

C : Et comment tu sais qu'ils sont plus importants que les autres ?

E : ben..***il souffle…***s'il y a plus de détails…ben plus de détails

C : C'est-à-dire, s'ils sont plus gros ?

E : Plus gros oui …mais ils détaillent mieux.

Si c'est juste un synonyme alors je pense que j'arriverai à retenir, comme le mot de base.

C : Là toi tu dirais que sur cette leçon qu'est-ce qu'il faut retenir ?

E : Ooh !

C : Un résumé, pas tout. Pas toute la leçon, en gros, tu dirais…

L'objectif de la leçon, c'était de faire quoi ?

E : L'objectif c'était de savoir calculer l'aire, le périmètre et l'aire, le périmètre…

Après, je me souviens plus, je savais déjà faire.

Ah oui, il y a aussi sur la fin, je sais pas si ça sera dans le contrôle, pouvoir faire les unités.

C : Convertir.

E : Oui convertir.

C : OK. Tes parents ils te donnent des conseils pour travailler les maths ou pas ?

E : euh…non pas vraiment. Après, une fois si, elle m'avait donné un tableau en croix, là,

un tableau en croix elle m'avait dit. J'ai pas retenu parce que c'était trop compliqué.

C : D'accord. C'était pas pour ce chapitre là, alors ?

E : Oui voilà. C'était quand on a fait la proportionnalité.

C : OK. Alors imagine qu'il y a un chinois qui vient dans la classe.

Chinois, japonais ce que tu veux. Il ne connaît rien au système français. Quels conseils lui donnerais-tu pour travailler en maths ?

E : En maths ? Euh c'est compliqué. Travailler en maths qu'est-ce que je pourrais lui donner comme conseil…c'est…

Blanc

E : Qu'il faut savoir…

E : Qu'il faut connaître les unités, les unités de grandeurs, longueurs

E : Qu'il faut savoir calculer en plus, moins.

C : mmh

E : Savoir faire les multiplications et les divisions

C : D'accord.

E : Et connaître les virgules aussi.

C : D'accord.

C : OK bon, je te remercie c'est fini.

EMMANUEL (8 sur 20) Entretien POST-CONTROLE.

C : Bonjour.

E : Bonjour madame.

C : Bonjour. Alors dis-moi par rapport au contrôle de maths, comment ça s'est passé ?

E : Je sais pas trop. On verra.

C : Tu avais fait comment pour réviser ?

E : J'ai fais les exercices et j'ai relu la leçon.

C : Quels exercices ?

E : Les plus longs.

C : Ah montre moi***. Il ouvre son cahier***.

E : Celui-là et celui- là aussi ils sont durs il y a des calculs partout. *(Il montre un seul exercice)*

C : Et comment tu les fais les exercices sur une feuille ?

E : Euh non je les lis.

C : D'accord tu le relis, tu les fais pas alors ?

E : Non je les fais pas je relis la correction.

C : Qu'est-ce que tu as fait d'autres ?

E : J'ai appris la leçon.

C : D'accord laquelle ? *blanc*

E : Euh…ben celle- là.

C : Comment tu fais pour l'apprendre ?

E : Je fais petit peu par petit peu après je récite tout d'un seul coup.

C : Tu récites tout ? *je lui montre sur le cahier.*

E : Non non. Que les titres et ça et ça. ***Il « saute » les exemples.***

C : D'accord. Alors au niveau de ta copie. On va regarder tes erreurs.

E : D'accord.

C : Alors le début est juste. Le numéro 3 et 4. Comment tu fais pour calculer l'aire du disque ?

Il regarde sa copie.

E : euh je sais pas. Je sais pas faire.

C : Tu l'as révisé ?

E : oui j'avais appris mais avec le stress je sais plus comment on fait.

C : Ok. Comment tu l'avais appris ?

E : Ben j'avais appris la formule par cœur et je l'ai récité mais je ne m'en souviens plus.

C : D'accord et le périmètre ?

E : On ajoute deux fois et on fait fois pi.

C : D'accord.

C : D'accord et alors le triangle, son aire ?

E : Ah oui ça, je sais, on fait le rectangle et on divise par deux car on en a deux.

C : Oui. D'accord. Le numéro 7, tu ne l'as pas fait ?

E : Euh non j'ai pas compris ce qu'il fallait faire, comme le n°3.

C : D'accord. Tu avais révisé les conversions ?

E : Euh non ça j'ai pas révisé.

C : Ok merci. Tu peux descendre en permanence.

CALYPSO (14 sur 20) Entretien ANTE-CONTROLE.

C : Ça va ?

E : Oui, ça pourrait aller mieux. ***Rire***

C : Alors comment tu révises toi, les maths ?

E : Bah moi d'abord j'apprends mes leçons régulièrement. Dès qu'on écrit une leçon je la relis et les week-ends je révise toutes mes leçons.

C : D'accord, d'accord.

E : Et donc tu relis les leçons. Tu fais autre chose ?

E : Je regarde les exercices car c'est les exercices qui m'aident à comprendre comment il faut faire.

C : D'accord. Un exercice qui tomberait à coup sûr, d'après toi ? Dans le contrôle de lundi.

E : Moi je pense des aires de carrés et de rectangles, de parallélogrammes aussi et les périmètres.

C : D'accord.

E : Et euh … aire et cercle, les aires et les périmètres des cercles

C : D'accord.

E : Moi je pense que ça va tomber c'est sûr parce que c'est ce qu'on a le plus révisé.

C : D'accord. Tu utilises autre chose, …que les leçons ?

C : Oui ?

E : Parfois Internet.

C : C'est plutôt à quelle occasion que tu utilises Internet ?

E : Sur les DM parfois. Et quand je comprends pas quelque chose qu'on a écrit dans le cahier.

Je m'en sers pour rechercher les mots.

C : Ah d'accord tu t'en sers pour rechercher les mots que tu connais pas ou que tu comprends pas.

E : Oui plutôt les mots de mathématiques.

C : Tu as un exemple ?

E : Mmh...non je sais pas.

C : Ok. Tes parents, est-ce qu'ils te donnent des conseils pour travailler en mathématiques ?

E : Euh ils me disent de bien apprendre les leçons, de les revoir régulièrement.

C : D'accord pour toi c'est important le fait que ça soit régulier ?

E : Oui.

C : S'il y a un chinois qui arrive dans la classe quel conseils tu lui donnes pour bien travailler ?

E : De bien apprendre les leçons et de les réviser régulièrement toute la longueur de l'année.

C : Je te remercie Calypso.

CALYPSO (14 sur 20) Entretien POST--CONTROLE

C : Alors toi, tu as fait comment pour travailler le contrôle ? Pour réviser ?

E : J'apprends les techniques.

C : D'accord comment tu sais quelle technique il faut apprendre ?

Blanc

C : Comment tu les repères ces techniques ?

E : Ben c'est base fois hauteur divisé par 2.

C : C'est quoi base fois hauteur divisé par 2 ?

E : C'est l'aire !

C : L'aire de quoi ?

E : ben…***blanc…*** du triangle rectangle.

C : Du triangle rectangle.

E : Non. C'est aussi tous les triangles.

C : Oui.

C : Quand tu dis que tu apprends les techniques, c'est sur la leçon ou sur les exercices ?

E : c'est sur le cahier de leçon.

E : Cahier de leçon. Ok. Tu peux aller me chercher ton cahier de leçon, là ? Pour me dire du coup ce que tu as appris. ***Elle part chercher son cahier de leçon.***

C : Oui … alors là, qu'est-ce que tu as appris ?

E : ça.

C : Ouais.

E : Les parallélogrammes à chaque fois je pense que les parallélogrammes il faut diviser par 2 alors que non.

C : Ah d'accord tu crois à chaque fois qu'il faut diviser par 2 pour les parallélogrammes et en fait, il faut pas et alors comment tu te souviens que justement il faut pas ?

E : Je me dis à chaque fois je fais l'erreur donc il faut pas.

C : D'accord alors ensuite qu'est-ce que tu vas apprendre d'autres ?

E : ça et ça.

C : Les deux pages ? ***Il s'agit de tous les exemples de calculs d'aires avec mesures, leçon 11.***

E : Oui.

C : D'accord. OK comment tu les apprends ?

E : Je lis 5 fois à voix haute et je me fais réciter.

C : Tu te fais réciter toute seule ? Est-ce que… t'as quelqu'un qui t'aide ? Ta famille ou bien… ?

E : Non. Personne.

C : Non t'as pas d'aide. Est-ce qu'on te donne des conseils pour bien travailler ou pas ?

E : NON. ***(franc)***

C : Tu discutes de mathématiques, je sais pas dans le bus, les couloirs ?

E : Oui souvent.

C : D'accord avec qui ?

E : Avec mes amies.

C : Avec tes parents ?

E : Oui enfin très peu…en fait presque jamais.

C : Pourquoi ?

E : ***Elle souffle***. Je sais pas.

C : Alors on reprend. Tu t'es fait réciter la leçon, et euh tu l'as lu. Tu l'as lu à voix haute ? À voix basse ?

E : À voix haute.

C : D'accord comment tu t'es fait réciter ?

E : Ben je commence par le début et je continue dans l'ordre.

C : D'accord. Tu as fait autre chose pour réviser ? à part la leçon ?

E : Oui j'ai relu les exercices.

C : Tu as relu lesquels ?

E : Ben celui où il fallait repeindre quelque chose.

C : Ah lequel ? *Elle cherche.*

E : Celui- là où il faut repeindre un truc.

E : Et les exercices avec du compliqué et du facile.

C : Alors, c'est quoi pour toi du compliqué ? C'est quoi du facile ? Donne-moi un exemple.

Blanc

E : Des aires avec des objets où il y en a plusieurs.

C : D'accord.

E : J'ai révisé des objets avec moins de mesures.

C : Et ça, ça c'est quoi ? C'est le compliqué ? Ou le facile ?

E : Ça, ça serait le facile.

C : OK et alors le compliqué c'est quoi ?

E : Avec beaucoup de mesures.

C : c'est-à-dire avec des mesures dont on ne se sert pas ? C'est ça, quand tu dis beaucoup de mesures ? Non ? Ça veut dire quoi avec beaucoup de mesures ? Montre-moi.

E : Ben avec des mesures dans tous les sens et des figures compliquées. *Elle cherche dans son cahier.* Comme celui-là.

C : D'accord. Je te remercie Calypso.

Entretien avec MAHMOUD

C : Alors comment tu fais, toi, Mahmoud pour réviser les maths ?

E : Je révise à chaque coup, si on fait des choses nouvelles. Je le fais par des schémas.

Je fais une fiche de révision.

C : Ah, explique-moi ces fiches de révision.

E : J'écris des fiches de leçon et je les accroche sur mon mur. Je me dis, quand je passe devant, c'est quoi Mahmoud la réponse à ça ?

C : Tu t'interroges, en fait. Qu'est-ce que tu utilises pour la créer ?

E : Tout, la leçon, j'essaie de trouver, si je trouve qu'elle est mieux approfondie.

C : Ok. Pour le contrôle de lundi, si tu misais sur un exercice qui tomberait à coup sûr, ça serait quoi ?

E : Calculer des aires et périmètres du disque…euh du triangle rectangle euh, quelconque aussi, euh des rectangles, des carrés, …ben toutes les figures apprises quoi.

C : Quel matériel utilises-tu pour réviser ?

E : Ma calculette.

C : D'accord. Est-ce que tes parents ou quelqu'un t'aide pour les maths ?

E : Non. Je travaille tout seul.

C : Ok. Pour faire des fiches, tu regardes les exercices, la leçon ?

E : Ben…je regarde les exercices, ceux où j'ai eu faux en classe et ceux où j'ai eu du mal.

C : Comment tu sais que tu as eu du mal ?

E : Ben je m'en souviens.

C : OK. Est-ce que tes parents te donnent des conseils pour bien travailler à l'école, en maths, je veux dire ?

E : Mon père, il adore les maths ! On se bat à la maison ! Et souvent c'est lui qui a raison.

Si je comprends pas, il m'aide, il me dit comment faire, mais souvent je fais tout seul.

C : D'accord. Comment tu sais, quand tu fais tout seul que tu as bien compris ou pas ?

E : A papa et maman, j'ai tendance à dire « Oh, j'ai fait tout juste, pas la peine de regarder. »

Mais des fois, c'est pas bon, ils veulent quand même vérifier.

C : D'accord si un japonais arrivait dans ta classe, que tu dois l'aider, il est complètement perdu qu'est-ce que tu lui dirais pour l'aider dans son travail en mathématiques ?

E : Euh … alors il faut apprendre les formules. Surtout refaire les exercices, et grâce aux exercices il essaie d'apprendre le cours.

C : Bien, je te remercie Mahmoud.

10.34 Annexe 34 Trame du scénario fourni à y_1 la deuxième année

Parcours sur la Terre

IREM Clermont –Ferrand

Groupe PERMES

Document de travail interne

Question initiale : **La Terre, elle est grande, comment ?**

La question d'introduction, qui sert de fil conducteur tout au long du parcours et qui est posée aux élèves est la suivante : **La Terre, elle est grande, comment ?**

I° Mise en place du questionnement ; s'interroger sur les grandeurs

a) On pourra commencer à lancer cette question dans la classe de manière collective et à réunir les premières réponses. L'objectif est d'appréhender l'aire comme une grandeur parmi d'autres.

Les réponses données dans un premier élan sont en général naïves :

« Elle est très grande ! Elle est grosse ! Elle est énorme !»

L'objectif du professeur est d'amener les élèves à s'interroger sur le mot « grande » et de le relier à plusieurs grandeurs montrant que la question n'est pas assez précise.

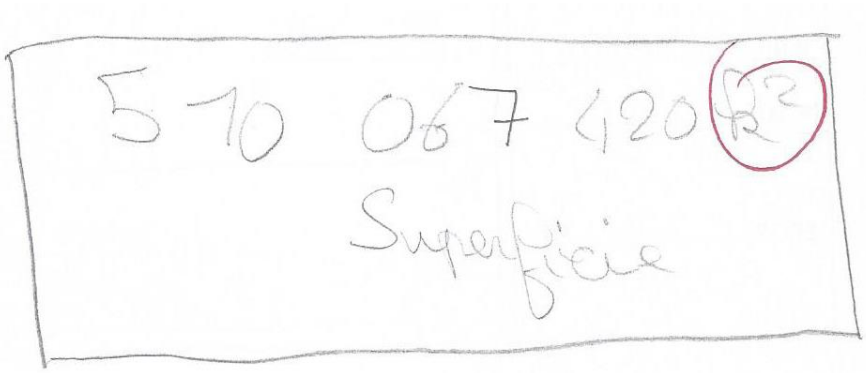
Que signifie « grande » ?

Travail de groupes (10 minutes)

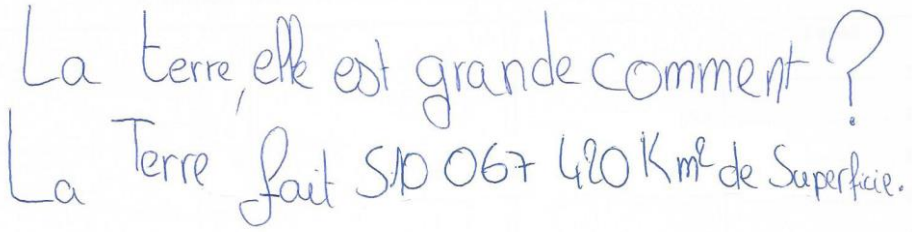
On demande aux élèves de travailler par groupes pour répondre à la question. Toutes les ressources sont autorisées. Ils doivent avoir à disposition pour travailler dictionnaires, encyclopédies, et internet. Notons qu'il est possible de faire cette activité au CDI ou de la donner individuellement en travail à la maison.

Quelques productions d'élèves :

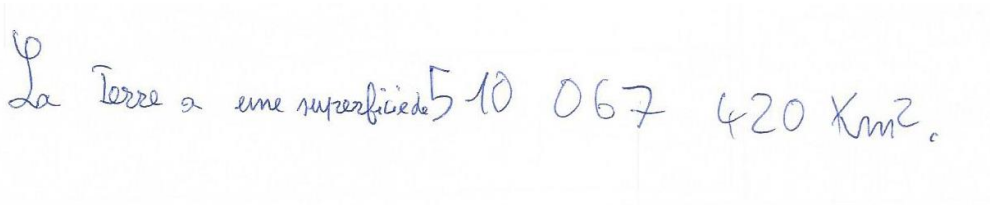
R1



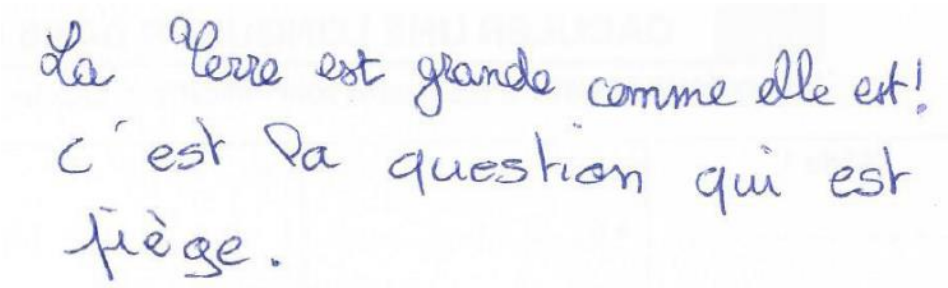
R2



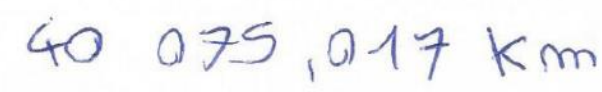
R3



R4



R5



Les réponses générées par les élèves concernent pour la plupart

- la superficie trouvée sur Wikipédia (Aire de la surface de la Terre), le diamètre
- la masse , le périmètre de l'équateur
- la masse volumique

Sur le site Wikipédia à TERRE, très utilisé par les élèves, on trouve des réponses sur le bandeau à droite de la première page.

Caractéristiques physiques	
Rayon équatorial	6 378,137 km
Rayon polaire	6 356,752 km
Rayon moyen volumétrique	6 371,008 km
Aplatissement	0,003353 ≈ 1/300 (1/(298,25±1))
Périmètre équatorial	40 075,017 km
Périmètre méridional	40 007,864 km
Superficie	510 067 420 km^2
Volume	1,083 21×10^{12} km^3
Masse	5,9736×10^{24} kg
Masse volumique globale	5,515×10^3 kg/m^3
Gravité de surface	9,806 65 m/s^2 (1 g)
Vitesse de libération	11,186 km/s
Période de rotation (jour sidéral)	0,997 269 49 d (23 h 56 min 4,084 s)
Vitesse de rotation (à l'équateur)	1 674,364 km/h
Inclinaison de l'axe	23,43695064°
Ascension droite du pôle nord	__°
Déclinaison du pôle nord	90°
Albédo géométrique visuel	0,367
Albédo de Bond	0,306

Extrait de Wikipédia sur la Terre

Notons que les élèves en 6e et 5e ne comprennent pas les écritures comportant des puissances de dix. Leur réponse est automatiquement orientée par les nombres qu'ils connaissent et qu'ils sont capables de lire : périmètre, rayon, et superficie.
Certains, convaincus qu'il s'agit de la masse, vont chercher la masse de la terre sur un autre site. On remarque que la réponse majoritaire est souvent la superficie car il s'agit du plus grand nombre, qui pour eux, est la réponse attendue.

b) Mise en commun des réponses

Dans cette phase, la présence d'un globe terrestre peut s'avérer utile pour « montrer » les grandeurs mises en évidence. Dans la phase de bilan, on interroge les élèves sur le mot « grande » et on met en évidence la diversité des réponses de chaque groupe.

« Certains dans la classe, ont répondu par la masse de la Terre, d'autres par le périmètre, d'autres par la superficie …Que peut-on répondre ? ».

On revient sur l'énoncé de la question. « La Terre, elle est grande comment ? » et plus particulièrement sur le mot « grande » que l'on associe au mot « grandeur ».
On poursuit la dynamique de questions en rebondissant sur ce terme.

« Qu'est-ce qu'une grandeur ? »

On peut alors aller chercher des éléments de réponses, une définition du mot « grandeur » dans le dictionnaire ou l'encyclopédie.

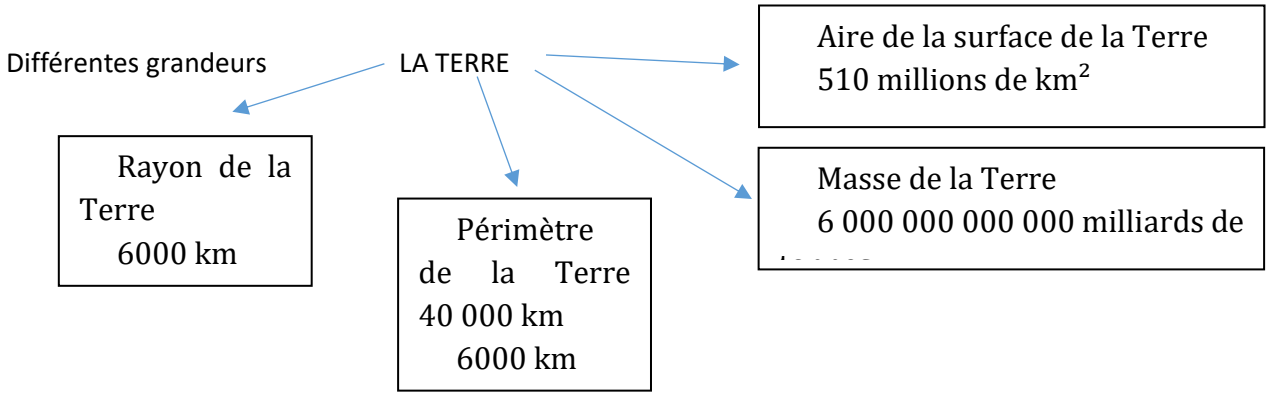
Notons que le dictionnaire donne peu d'éléments mais l'encyclopédie Universalis cite des exemples.

L'objectif n'est pas de définir avec précision le mot grandeur avec les élèves de 6e, notion qui serait bien trop compliquée mais plutôt d'en avoir une approche en prenant appui sur de multiples exemples.

La question revient à considérer les grandeurs associées à la « Terre » pris comme un « objet ».

Les exemples de l'encyclopédie permettent un point de départ avec les élèves sur cette notion. On attachera une attention toute particulière à la différence entre la grandeur, des unités de mesures possibles et leurs mesures après choix d'une unité. On pourra s'interroger sur les unités possibles selon les différentes grandeurs. Toutes les grandeurs ont-elles une unité ?

> Avec les élèves on essaie de mettre en évidence différentes grandeurs de différents objets puis on liste ensuite celles qui sont rattachées à la Terre.



La suite du parcours consiste à étudier les différentes réponses et à les comparer à des mesures de grandeurs d'objets connus des élèves.

II°Périmètres

Dans un premier temps, on revient sur le périmètre de l'équateur de la Terre.

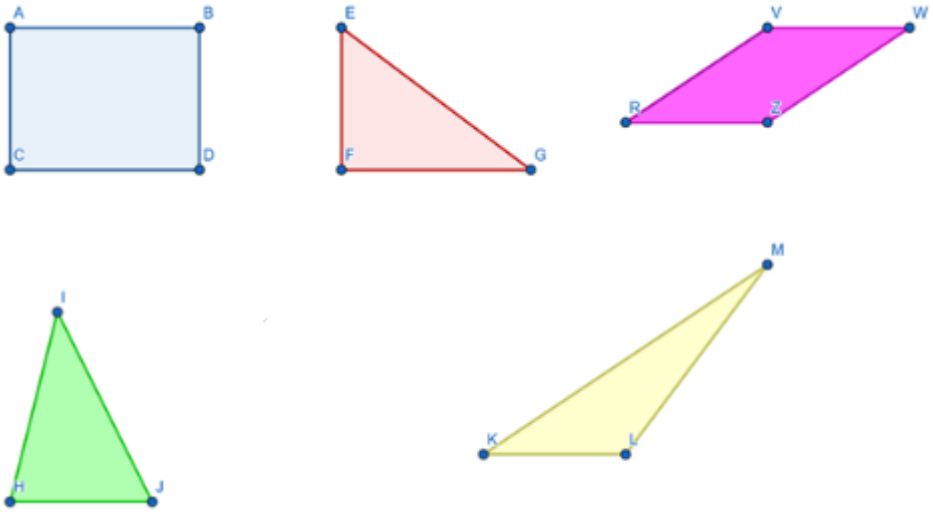
Question : On interroge « 40 000 km ». Comment modélise-t-on la Terre ? Que signifie « périmètre de la Terre » ?

Il s'agit en fait d'un abus de langage. Le périmètre de la Terre est le périmètre d'un grand cercle de la Terre, par exemple la longueur du cercle équateur.

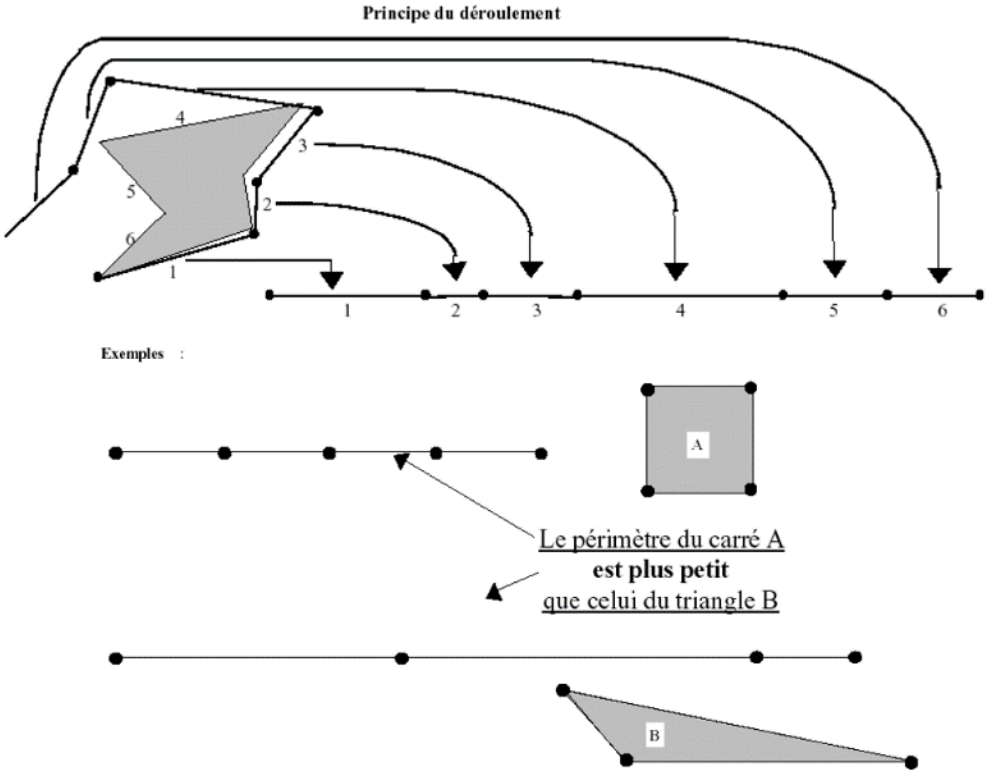
Qu'est-ce que le périmètre d'une figure ? Comment comparer des périmètres ?

LES PERIMETRES SANS MESURER

Activité 1 : Ranger ces figures dans l'ordre croissant de leurs périmètres (Règle non graduée et compas autorisés).



Lors de la phase collective on arrive au principe du déroulement :



LES PERIMETRES EN MESURANT

On poursuit par la question : comment trouver 40 000 km, périmètre de la TERRE, à partir du rayon, ou du diamètre ?

Il vient dans la classe la question : « Comment déterminer le périmètre d'un cercle à partir de son rayon et de son diamètre ? »et « Comment calculer le périmètre d'une figure ?»

On finit par conclure en comparant : Le périmètre de la terre (40 000 km) est …….fois plus grand que le périmètre de ABCD (…..cm) etc….

Les élèves sont à ce stade obligés de revoir les conversions de longueurs.

III° Aires

On revient sur la réponse : 510 millions de km²

Qu'est-ce un km² ? On pourra s'interroger sur les unités d'aires.

QUESTION / combien de fois les aires des figures suivantes sont-elles plus petites que 510 millions de km² ?

Piste : si certaines aires sont égales ou si on peut trouver des relations entre les aires des différentes figures, le travail sera moins conséquent.

LES AIRES SANS MESURER

Activité 2 : on reprend les mêmes figures qu'avant.

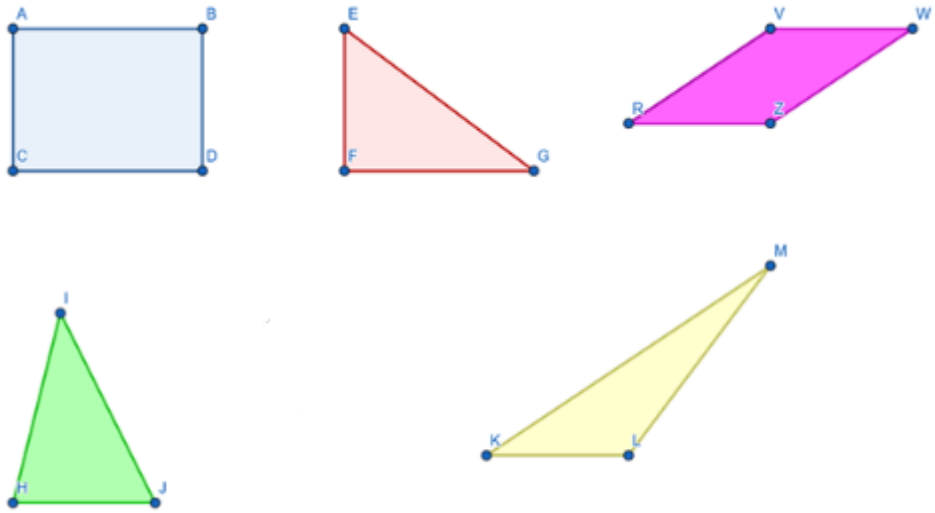


Schéma de l'étude et dynamique de questionnement :

a) Parmi ces figures est-il possible que certaines aient la même aire ?

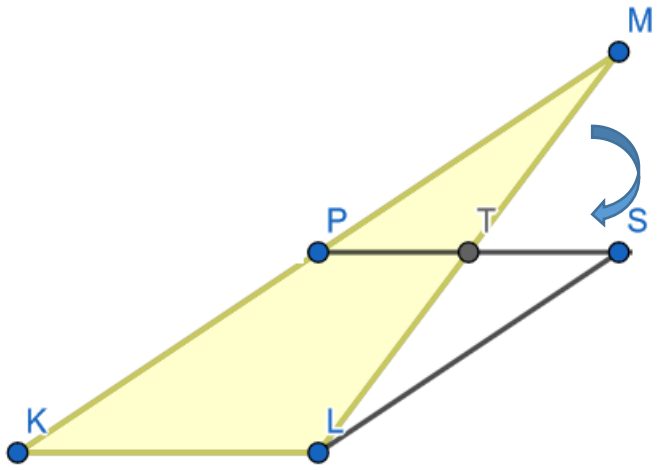
Peut – on les classer de la plus petite aire à la plus grande aire ?

b) On a parlé de l'aire et auparavant du périmètre.

Est-il possible d'avoir la même aire et des périmètres différents ? et inversement ?

Trace sur ton cahier des figures avec la même aire et des périmètres différents puis des figures avec le même périmètre et des aires différentes.

Un problème peut persister au niveau du triangle jaune KLM.



Etape de conclusion

Aire disque < aire triangle rouge

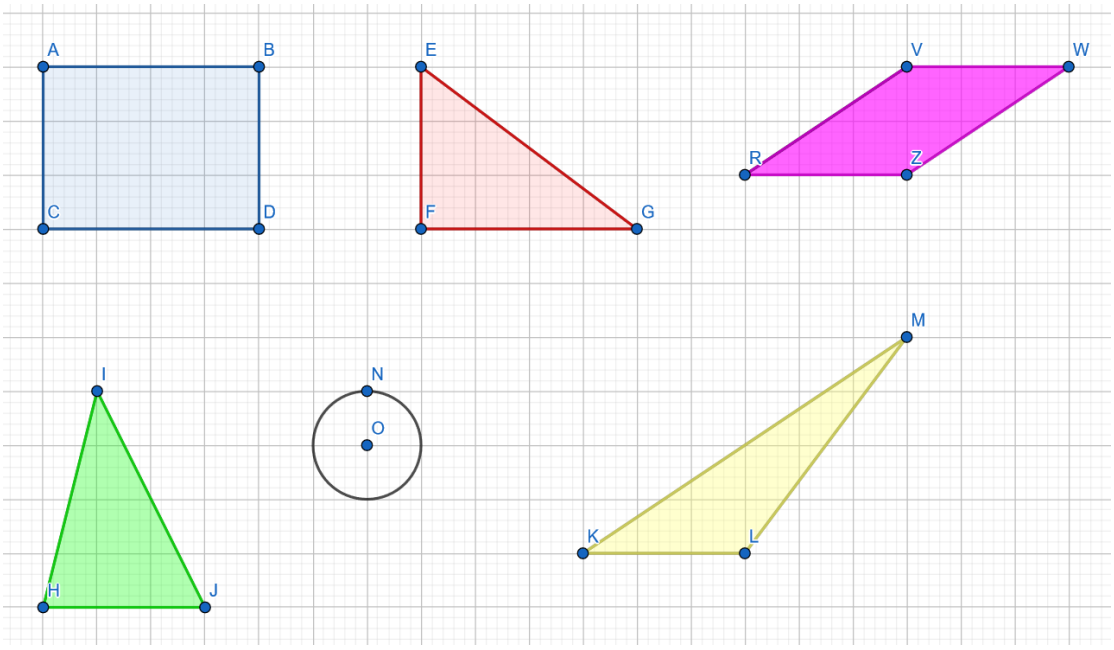
Aire triangle rouge = aire triangle vert = aire triangle jaune = aire parallélogramme rose = ½ aire rectangle bleu

Aire triangle rouge < aire rectangle bleu

BILAN et EXERCICES sur les aires sans mesurer. Découper et recoller des figures. Ecrire des relations entre des aires sans mesurer.

LES AIRES EN MESURANT

On veut savoir combien de fois les aires sont plus petites que 510 millions de km².



Quelles sont les aires en cm² de chacune des figures ? et en mm² ?

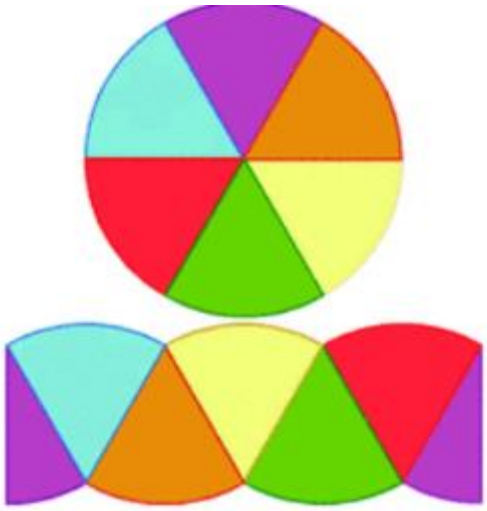
Pour le rectangle la formule A= L × l est admise.

Vers les formules générales, on s'appuie sur les relations trouvées dans l'activité 2 (par découpage et recollement).

- Le triangle : regroupement des 3 cas

  A = base × hauteur associée ÷ 2
- Et le disque ?

  Création d'un rectangle.



Largeur = Rayon R
Longueur : PI × R (demi-périmètre du cercle)
Aire du disque = PI × R × R

On pourra travailler les techniques d'application des formules via une série d'exercices.

CONVERTIR DES UNITES ET CONCLUSION

Conclure la recherche :

L'aire de la surface de la terre est ……. plus grande que l'aire du rectangle.

L'aire de la surface de la terre est ……. plus grande que l'aire du triangle rectangle

L'aire de la surface de la terre est …….. plus grande que l'aire du triangle L'aire de la surface de la terre est ……..plus grande que l'aire du disque.

Pour répondre au problème il faut convertir des cm^2 en km^2 ou inversement.

Nouvelle Question soulevée : comment convertir des unités d'aires ?