



HAL
open science

Les objets du travail personnel en mathématiques des étudiants dans l'enseignement supérieur. Comparaison de deux institutions, universités et classes préparatoires aux grandes écoles.

Corine Castela

► To cite this version:

Corine Castela. Les objets du travail personnel en mathématiques des étudiants dans l'enseignement supérieur. Comparaison de deux institutions, universités et classes préparatoires aux grandes écoles.. IREM de Paris. IREM de Paris, 40, 2002, Cahier de DIDIREM, Michèle Artigue, 2-86612-222-4. hal-02142453

HAL Id: hal-02142453

<https://hal.science/hal-02142453>

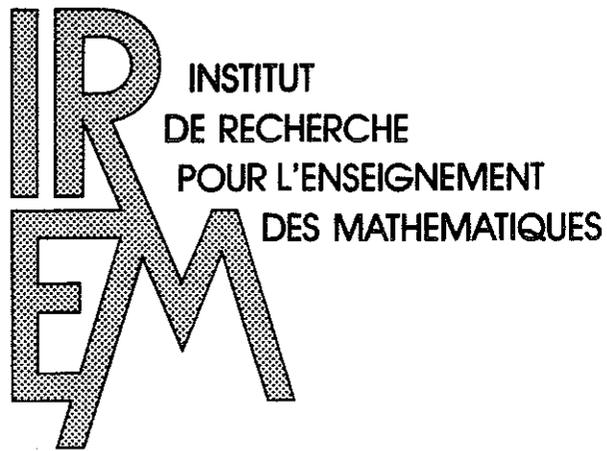
Submitted on 28 May 2019

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



40
AVRIL 2002

CAHIER DE DIDIREM

**LES OBJETS DU TRAVAIL PERSONNEL EN
MATHÉMATIQUES DES ÉTUDIANTS DANS
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR :**

**COMPARAISON DE DEUX INSTITUTIONS, UNIVERSITÉS ET CLASSES
PRÉPARATOIRES AUX GRANDES ÉCOLES .**

CORINE CASTELA

**DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES
UNIVERSITÉ PARIS 7 - DENIS DIDEROT**



40
AVRIL 2002

CAHIER DE DIDIREM

**LES OBJETS DU TRAVAIL PERSONNEL EN
MATHÉMATIQUES DES ÉTUDIANTS DANS
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR :**

**COMPARAISON DE DEUX INSTITUTIONS, UNIVERSITÉS ET CLASSES
PRÉPARATOIRES AUX GRANDES ÉCOLES .**

CORINE CASTELA

Sommaire

| | Page |
|--|------|
| Présentation du contenu du cahier | 5 |
| A. Présentation de la recherche | |
| A.I. Questionnement initial | 6 |
| A.II. Elaboration de la problématique de recherche | |
| 1. Les connaissances sur le fonctionnement mathématique..... | 8 |
| 2. Pourquoi s'intéresser spécifiquement aux connaissances sur le fonctionnement mathématique ?..... | 10 |
| 3. Le fonctionnement mathématique dans les objets du travail personnel des étudiants..... | 12 |
| 4. La problématique de recherche..... | 12 |
| A.III. Présentation des deux institutions d'enseignement comparées..... | 13 |
| B. Méthodologie de la recherche. | |
| B.I. Présentation de la question ouverte | |
| 1. Formulations..... | 15 |
| 2. Conditions de passation..... | 16 |
| 3. Objectifs..... | 16 |
| B.II. Méthodologie d'exploitation des réponses. | |
| 1. Méthodologie qualitative spécifique du traitement de la question ouverte..... | 17 |
| 2. Méthodologie quantitative de comparaison commune aux deux volets de l'enquête..... | 18 |
| B.III. Présentation du deuxième volet de l'enquête : questions fermées. | |
| 1. Questionnaire destiné aux étudiants issus de l'université..... | 19 |
| 2. Questionnaire destiné aux élèves de classes préparatoires..... | 21 |
| 3. Conditions de passation..... | 21 |
| 4. Mise en œuvre de la méthodologie..... | 21 |
| B.IV. Présentation des populations étudiées. | |
| 1. Première population : étudiants préparant le Capes..... | 23 |
| 2. Deuxième population : élèves de classes préparatoires..... | 24 |
| C. Dépouillement du volet n°1 de l'enquête : question ouverte. | |
| C.I. Première approche du travail effectué. | |
| 1. Types de connaissances dont le niveau d'utilité fait l'objet d'une cotation..... | 26 |
| 2. Analyse a priori des items..... | 27 |
| 3. Une différence notable de comportement vis à vis du questionnaire entre étudiants de Capes et élèves de Spéciales..... | 29 |
| C.II. Groupe 1 : Items concernant les énoncés institutionnalisant les définitions et résultats mathématiques. | |
| 1. Définitions..... | 30 |
| 2. Théorèmes..... | 31 |
| 3. Propriétés, Propositions, Résultats, Critères..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 4. Lemmes, Corollaires | 35 |
| 5. Formules..... | 36 |
| 6. Eléments de synthèse..... | 37 |
| C.III. Groupe 2 : Autres items concernant le texte du savoir savant. | |
| 1. Démonstrations..... | 39 |
| 2. Exemples..... | 42 |
| 3. Contre-exemples..... | 44 |
| 4. Applications..... | 44 |
| 5. Structure du cours..... | 45 |
| C.IV. Groupe 3 : Items concernant les savoirs sur le fonctionnement mathématique. | |
| 1. Méthodes..... | 46 |
| 2. Astuces..... | 49 |
| 3. Exercices types..... | 50 |
| 4. Erreurs..... | 53 |
| 5. Synthèse..... | 53 |
| C.V. Groupe 4 : Items concernant l'activité mathématique des étudiants..... | 54 |
| C.VI. Bilan des observations. | |
| 1. Récapitulatif des écarts significatifs mis en évidence..... | 58 |
| 2. Principaux résultats..... | 59 |
| D. Dépouillement du volet n° 2 : questions fermées. | |
| D.I. Analyse et mise en relation des items proposés dans les questions I et II.... | |
| 1. Question II : les objets dont l'étude est considérée comme utile à la réussite..... | 63 |
| 2. Analyse des items de la question II non directement liés à la résolution de problèmes..... | 64 |
| 3. Question I : le rapport des étudiants aux exercices..... | 66 |
| 4. Analyse des items de la question II concernant les exercices et problèmes ; mise en relation avec ceux de la question..... | 67 |
| D.II. Question I : étude de la hiérarchie des items dans les différentes populations. | |
| 1. Principaux résultats..... | 69 |
| 2. Comment sont situés les uns par rapport aux autres les différents items proposés ?..... | 71 |
| D.III. Question I : recherche des écarts entre institutions et entre niveaux. | |
| 1. La résolution d'exercices comme jeu intellectuel..... | 74 |
| 2. La contribution des exercices à l'assimilation du cours..... | 74 |
| 3. La résolution de problèmes considérée dans une perspective d'apprentissage..... | 75 |
| 4. Une source d'idées à retenir..... | 78 |
| 5. Synthèse..... | 80 |
| D.IV. Question II : étude de la hiérarchie des items dans les différentes populations. | |
| 1. Principaux résultats..... | 82 |
| 2. Comment sont situés les uns par rapport aux autres les différents objets d'étude proposés..... | 83 |

| | |
|--|-----|
| D.V. Question II: recherche des écarts entre institutions et entre niveaux | |
| 1. Objets d'étude liés au texte du cours..... | 86 |
| 2. Commentaires du ou des enseignants..... | 89 |
| 3. Objets d'étude liés à la résolution de problèmes..... | 89 |
| 4. Synthèse..... | 92 |
| D.VI. Question III : travail effectué à propos de la correction d'un exercice | |
| 1. Analyse des items proposés..... | 98 |
| 2. Principaux résultats..... | 98 |
| 3. Comment sont situés les uns par rapport aux autres les différentes formes de l'étude proposées ? | 100 |
| 4. Recherche des écarts entre institutions et entre niveaux..... | 102 |
| 5. Synthèse..... | 108 |
| E. Conclusions. | |
| E.I. Le rapport au cours. | |
| 1. De la connaissance du cours vers la résolution de problèmes..... | 112 |
| 2. De la résolution d'exercices vers l'apprentissage du cours..... | 114 |
| 3. Lien avec la conjecture initiale..... | 115 |
| E.II. Le rapport à la résolution de problèmes. | |
| 1. La réussite vue comme une question d'entraînement..... | 116 |
| 2. La réussite vue comme une question de maîtrise des exercices corrigés..... | 116 |
| 3. La réussite vue comme une question de connaissances sur le fonctionnement mathématique et de transfert..... | 120 |
| 4. Lien avec la conjecture initiale..... | 121 |
| E.III. Limites de la recherche et perspectives | |
| 1. Limites..... | 123 |
| 2. Perspectives de recherche..... | 123 |
| Bibliographie..... | 124 |
| Annexe I : texte des réponses à la question ouverte..... | 125 |
| Annexe II : Items marginaux de la question ouverte | |
| 1. Prise en compte des <i>Hypothèses</i> | 132 |
| 2. <i>Rappels, Prolongements et Liens avec d'autres secteurs</i> | 132 |
| 3. <i>Remarques</i> | 133 |
| 4. <i>Figures</i> | 134 |
| 5. <i>Professeur</i> | 134 |
| 6. <i>Apprendre</i> | 135 |
| 7. <i>Comprendre</i> | 136 |
| Annexe III : résultats des questions fermées. | |
| 1. Question I..... | 137 |
| 2. Question II..... | 139 |
| 3. Question III..... | 144 |

Les objets du travail personnel en mathématiques des étudiants dans l'enseignement supérieur : comparaison de deux institutions, Université et Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles.

Corine Castela, Equipe Didirem Paris 7 et Iufm de Haute-Normandie¹

Présentation du contenu du cahier.

Le travail présenté dans ce cahier est consacré à une comparaison des formations en mathématiques dispensées dans deux institutions de l'enseignement supérieur français, l'université d'une part et les classes préparatoires aux grandes écoles d'autre part.

A l'origine de la recherche se trouve un constat réalisé sur plusieurs années à l'Iufm² de Rouen : les étudiants ayant effectué une partie de leur scolarité post-baccalauréat dans une classe préparatoire réussissent mieux au Capes³ de mathématiques que ceux dont le cursus a été entièrement universitaire. Prenant comme références, au niveau général, la théorie anthropologique du didactique et, à un niveau plus spécifique, la problématique concernant les connaissances en jeu dans la résolution de problèmes présentée dans Castela 2000, nous formulons la conjecture suivante : les classes préparatoires favorisent plus que l'université la construction par les étudiants de certaines connaissances qui jouent un rôle important dans les épreuves écrites du Capes. Nous présentons ici la première phase d'une recherche visant à mettre à l'épreuve cette conjecture.

L'approche choisie s'appuie sur une double hypothèse : a. une grande partie des connaissances considérées ne constituant pas des enjeux explicites d'enseignement, leur acquisition dépend largement du travail personnel accompli par les étudiants, des objets et des modalités de ce travail ; b. l'institution didactique influence de manière décisive le travail personnel, même si celui-ci est susceptible de variations individuelles importantes ; par ce biais, elle favorise plus ou moins l'acquisition de connaissances non directement enseignées.

Dans cette perspective, nous avons entrepris une étude comparative du travail personnel des étudiants dans les deux institutions, celui-ci étant analysé selon trois dimensions, objets, formes et enjeux de connaissance reconnus par les étudiants ; dans le cadre de l'hypothèse a, les éléments ainsi obtenus sont interprétés en terme de potentialités de construction de connaissances utiles pour la résolution de problèmes. L'outil d'investigation utilisé est un questionnaire soumis à deux populations issues respectivement de classes préparatoires et de l'université ; le dépouillement vise à mettre en évidence des écarts statistiquement significatifs entre les deux groupes, ceux-ci étant considérés comme des indicateurs de différences institutionnelles (hypothèse b). Cette méthode est également appliquée au sein de chaque population à deux sous-ensembles déterminés suivant un critère de réussite en mathématiques dans le

¹ Cette recherche a bénéficié du soutien de l'Iufm de Haute-Normandie qui s'est traduit par la mise à disposition de différentes facilités dont un soutien humain pour le dépouillement du questionnaire et le prêt du logiciel Sphinx, ainsi que par le financement de ma participation aux Séminaires et Ecoles d'été de didactique des mathématiques.

² Institut Universitaire de Formation des Maîtres : en première année, les étudiants y préparent les concours de recrutement des professeurs d'école ou de collège et lycée ; la deuxième année, réservée aux admis aux concours qui sont alors professeurs stagiaires, est consacrée à une formation plus directement professionnalisée qui doit conduire à la titularisation.

³ Capes : concours de recrutement des professeurs de collège et lycée.

cadre de l'institution : nous cherchons ainsi à comparer sur le plan du travail personnel les étudiants les plus performants aux plus faibles. Pour des raisons de taille de la population, cette partie de l'étude est de portée limitée pour la classe préparatoire.

Quels types de résultats⁴ avons-nous ainsi obtenus ? Une première façon de lire cette recherche consiste à retenir que, par delà les différences entre institutions, elle donne, pour les trois dimensions retenues, une description en terme de grandes tendances du travail personnel des étudiants en mathématiques, révélant des éléments qui sont objets d'un consensus important, positif ou négatif, et d'autres à propos desquels les positions sont nettement plus partagées. Si l'on s'intéresse au contraire aux écarts mis en évidence, le faisceau des résultats obtenus est compatible avec la conjecture énoncée plus haut : les connaissances particulières évoquées ci-dessus apparaissent plus présentes en classes préparatoires qu'à l'université, avec dans la première institution un style de travail que nous analysons comme favorable à leur construction ; à l'université où des écarts significatifs concernant les modalités de l'étude ont été mis en évidence entre les sous-groupes de niveau, la réussite semble être accessible à différents styles de travail non équivalents du point de vue des connaissances construites.

La première partie de ce cahier définit la problématique de la recherche. Ceci nous conduira à revenir sur les réflexions développées dans Castela 2000 et notamment sur la notion de « connaissances sur le fonctionnement mathématique » qui sera illustrée par des exemples liés aux épreuves d'écrit du Capes. Nous donnerons ensuite une description succincte des deux institutions qui sont l'objet de la comparaison.

La deuxième partie présente le questionnaire utilisé, lequel comporte une question ouverte et trois questions fermées et la méthodologie d'exploitation adoptée. Les deux parties suivantes sont consacrées aux résultats obtenus, les différentes questions étant dépouillées séparément en commençant par le volet ouvert de l'enquête. Enfin, une mise en relation des éléments obtenus précédemment permettra de formuler un certain nombre de conclusions et de définir les perspectives ultérieures de la recherche compte tenu des limites du travail présenté dans ce cahier.

A. Présentation de la recherche.

A.I. Questionnement initial.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'origine du travail présenté dans ce document réside dans une observation qui ne peut pas laisser indifférent un enseignant engagé dans la préparation au Capes de Mathématiques. Pendant les années universitaires 97-98, 98-99 et 99-2000, 258 étudiants inscrits à l'Iufm de l'Académie de Rouen ont passé l'écrit du concours, 69 ont été admissibles à l'oral et 29 définitivement admis à l'issue de l'ensemble des épreuves. Ceci représente un taux d'admissibilité de 27 % et d'admission de 11 %. Si l'on se restreint à la population des étudiants suivant réellement la préparation proposée dont l'effectif peut être estimé à un minimum de 180, les taux s'élèvent alors respectivement à 38 % et 16 % (ceci est un maximum puisque l'on a supposé pour ce calcul que tous les admis appartenaient à ce groupe). Parmi les inscrits assidus à la préparation, 29 étudiants étaient d'anciens élèves de

⁴ La notion de résultat est évidemment utilisée dans les limites liées à la méthodologie adoptée.

classes préparatoires aux Grandes Ecoles⁵(CPGE), ayant au moins effectué l'année de Mathématiques Supérieures⁶. Parmi eux, 20 ont été admissibles et 15 admis, soit des taux d'admissibilité et d'admission de 69 % et 52 % respectivement⁷. **Alors qu'il ne représente que 11 % des inscrits à l'Iufm, ce groupe fournit plus de la moitié des admis.** Ce résultat établi pour trois années quantifie une tendance qualitativement observée sur une période plus longue.

Comment interpréter ces performances au concours des anciens élèves de CPGE ?

Une première explication peut être avancée : dotées d'une réputation de prestige, les classes préparatoires qui ont un recrutement très sélectif, accaparent une bonne partie des bons élèves scientifiques à l'issue de la Terminale ; les universités accueillent au contraire tous les bacheliers qui le souhaitent, elles ont donc un public beaucoup plus diversifié ; le phénomène décrit ci-dessus résulterait donc d'une inégalité originelle dans le recrutement. Sans tenir cet élément d'interprétation pour négligeable, nous considérerons a priori qu'il ne détermine pas à lui seul la différence de résultats observée entre les anciens élèves de CPGE et les autres étudiants. Autrement dit, nous supposons que les formes de l'enseignement post-baccalauréat peuvent exercer une influence, positive ou négative, sur les performances des étudiants aux différents types d'épreuves qu'ils sont susceptibles de rencontrer en mathématiques. Plus précisément, nous plaçant dans le cadre de la théorie anthropologique d'Y.Chevallard (1992), nous supposons que pour un sujet en formation, y compris s'il s'agit d'un adulte, les apprentissages individuels sont fortement influencés par les exigences des institutions didactiques : celles-ci déterminent un champ de possibles qui sont ou non actualisés pour un individu donné selon son histoire et ses ressources personnelles. **Cette perspective nous conduit à rechercher dans une comparaison des deux institutions que constituent l'université d'une part, les classes préparatoires d'autre part des éléments qui pourraient contribuer à la différence notable de performances au Capes que nous avons constatée.**

Cette option étant posée, il nous faut maintenant préciser sous quel angle nous décidons d'attaquer un problème en l'état beaucoup trop vaste, d'autant que ce sujet n'a jusqu'à présent guère été abordé en didactique des mathématiques⁸.

A.II. Elaboration de la problématique de recherche.

L'écrit du Capes demande aux candidats de résoudre dans un temps limité (5 heures) un problème en général unique relevant d'un domaine donné, l'analyse pour la première épreuve, l'algèbre et la géométrie pour la seconde. Dans chaque cas, le programme qui fixe les principaux concepts et théorèmes pouvant être impliqués dans la solution des problèmes proposés est vaste, englobant plusieurs secteurs du domaine mathématique en jeu. Il est en même temps peu détaillé, l'ensemble des résultats susceptibles d'être utilisés n'est pas décrit de manière précise. Notre questionnement revient donc à

⁵ Nous décrivons un peu plus loin cette institution tout à fait particulière qui relève de l'enseignement supérieur non universitaire. Le cursus y comprend deux années (classes de Mathématiques Supérieures puis de Mathématiques Spéciales).

⁶ Parmi les étudiants restants, 6 ont suivi une école d'ingénieurs dont 4 ont été admissibles et 2 admis ; pour les autres, l'intégralité du cursus post-baccalauréat s'est déroulé à l'université.

⁷ Les écarts avec les pourcentages correspondants signalés ci-dessus sont significatifs au seuil de 1 %.

⁸ A.Robert et J.Pian développent des travaux sur les connaissances en mathématiques des étudiants préparant le Capes (voir par exemple, Pian 1999).

rechercher ce qui peut dans les deux institutions considérées plus ou moins bien préparer les étudiants à réussir ce genre de tâches⁹.

Nous avons choisi d'inscrire le questionnement défini ci-dessus dans le cadre de la problématique globale de recherche développée dans Castela 2000 dont nous résumons ici les éléments impliqués dans la conception du présent travail.

1. Les connaissances sur le fonctionnement mathématique.

Partant de l'hypothèse selon laquelle de nombreuses connaissances ne relevant pas du savoir savant mathématique sont en jeu dans la résolution¹⁰ de problèmes, nous nous intéressons à un domaine particulier de ces connaissances, celles qui portent sur les formes d'intervention des objets mathématiques, concepts et théorèmes, dans les solutions apportées aux différents problèmes. L'objet de connaissance ainsi défini est lié au corpus des problèmes résolus donc à l'institution I qui pose les problèmes et valide les solutions ainsi qu'à l'avancée des travaux dans I donc au temps, nous dirons qu'il s'agit du « fonctionnement mathématique dans I au moment t ». L'institution considérée peut être la communauté des mathématiciens¹¹ aussi bien que toute autre institution à orientation professionnelle ou didactique ayant affaire aux mathématiques. Dans la présente recherche, nous nous situons dans le dernier cas. Les propos précédents seront illustrés par des exemples de connaissances sur le fonctionnement mathématique dans l'institution « Préparation au Capes »¹², c'est-à-dire qu'ils renvoient à des façons de faire présentes dans les solutions des problèmes normalement rencontrés par les étudiants dans cette préparation (ou pendant les années de leur formation universitaire proche) :

- (C1) : il est possible de traduire dans le cadre des nombres complexes les relations mettant en jeu des angles orientés de vecteurs ; ce changement de cadre met à disposition les ressources de la structure de corps de \mathbb{C} et offre souvent des solutions algébriques efficaces à des problèmes géométriques.
- (C2) : pour démontrer qu'un déterminant est nul, on peut le développer, on peut aussi montrer que ses vecteurs colonnes ou ses vecteurs lignes sont liés.
- (C3) : pour démontrer que trois droites sont concourantes, on peut introduire le point d'intersection de deux d'entre elles et montrer qu'il appartient à la troisième (voir concours des hauteurs).
- (C4) : pour démontrer qu'une quantité est différente de 0, on se ramène souvent à raisonner sur la nullité de cette quantité, les propriétés de la relation = facilitant le travail ; pour ce faire, il est fréquent de procéder par contraposition ou par un raisonnement par l'absurde.

Ces exemples mettent en évidence certains aspects de la diversité du contenu des connaissances sur le fonctionnement mathématique : **fonctions outils** des concepts et

⁹ Une analyse plus fouillée de ce « genre de tâches » devra être développée, ce sera l'objet d'un travail ultérieur.

¹⁰ Nous distinguons les termes « résolution » et « solution », le premier désigne l'activité de recherche auquel donne lieu une question mathématique, le second le produit fini écrit sur lequel débouche la résolution.

¹¹ Nous réserverons à ce cas l'expression non spécifiée « Fonctionnement mathématique », considérant que tous les autres cas sont transposés de cet objet de référence.

¹² Les connaissances évoquées ici peuvent toutes être mises en jeu lors de la résolution du problème d'algèbre et géométrie posé en 1998 à l'écrit du Capes. Il s'agit d'un sujet sur les points isogonaux relativement à un triangle et les triangles orthologiques.

théorèmes, **types de problèmes**¹³ de caractère plus ou moins restreint, **techniques** de traitement associées. Notons que ces techniques ne sont pas en général des algorithmes de résolution : d'une part, il est possible qu'elles ne soient pas efficaces pour tous les problèmes d'un type (C2 et C3) ; d'autre part, même si leur mise en œuvre est parfois nécessaire au succès, elle ne le garantit pas tant leur portée peut être réduite au regard de l'ensemble de la solution (C3 et C4). Nous pouvons également remarquer que, si certaines techniques sont très directement liées, en tant qu'applications, à des concepts et des théorèmes (C1, C2) et renvoient donc à des chapitres précis du texte du savoir, ce n'est pas le cas de toutes : C3 peut, si l'on y tient vraiment, être vue comme une application de l'associativité de l'intersection, il est quasiment certain que ce n'est pas à ce titre qu'elle pourra être mobilisée dans une résolution mais bien plutôt en tant que connaissance sur les problèmes de concours (de droites) ; C4 donne lieu à des considérations analogues, ce sera souvent le cas lorsque les types de problèmes en jeu sont généraux.

Les connaissances sur le fonctionnement mathématique sont également diverses sur le plan de la forme. Celles que nous avons citées plus haut sont explicitées sous une forme **décontextualisée** et concernent des types de problèmes c'est-à-dire qu'elles possèdent un certain degré de généralité ; c'est pourquoi elles ne donnent qu'une idée partielle du domaine des connaissances sur le fonctionnement mathématique considéré dans son développement. Un exemple, par la force des choses moins dépersonnalisé, permettra de diversifier cette évocation :

- (C5) Au sein du problème de géométrie du Capes Interne de 1999, une question porte sur l'image d'un cube par projection orthogonale sur un plan, il s'agit de savoir si les images des différentes faces peuvent être des losanges. Lorsque j'ai cherché ce problème, j'ai immédiatement lié la question posée à un exercice de Terminale S rencontré dans le cadre de la préparation à l'épreuve orale professionnelle du Capes ; celui-ci concernait la projection orthogonale d'un angle droit, je n'avais en tête ni le résultat ni les détails de la solution mais les souvenirs contextualisés que j'en avais m'ont permis de résoudre la question du Capes¹⁴.

Certaines connaissances sur le fonctionnement mathématique prennent la forme d'**exemples** dont la solution est mémorisée de manière plus ou moins précise. Ces exemples sont parfois retenus en tant que **prototypes représentatifs d'un type**, ils ont à ce titre une valeur de généralité (c'est ce que signifie la référence au concours des hauteurs dans C3), mais ils dispensent plus ou moins d'une explicitation décontextualisée de la ou des techniques en jeu. Ils peuvent également occuper, à un moment donné, **une position isolée** : ayant attiré l'attention pour des raisons diverses, souvent leur efficacité et/ou leur ingéniosité, ils sont retenus en prévision d'un réinvestissement aléatoire.

Comme les exemples précédents l'ont laissé entrevoir, le domaine des connaissances sur le fonctionnement mathématique dans une institution donnée peut être extrêmement vaste et divers, tant sur le contenu que sur la forme. Les concepts et

¹³ Nous considérons que l'élaboration d'un type de problèmes relève d'un processus de connaissance ; sur le rôle attribué aux types de problèmes voir Castela 2000 p. 351-354

¹⁴ Ces souvenirs avaient un fort accrochage visuel : mémoire vague de la figure et surtout des symbolismes utilisés : emploi d'un vecteur normal n , relation entre les points initiaux A et B et leurs projetés A' et B'. A cela ajoutons l'idée erronée, probablement due au chapitre accueillant l'énoncé, que cet exercice utilisait le produit vectoriel. Signalons que le résultat sur la projection d'un angle droit permet de traiter la question du Capes en l'appliquant aux diagonales des faces du cube.

théorèmes permettent d'en organiser une partie selon une structure compatible avec celle du texte du savoir mathématique (tel théorème peut permettre de traiter tels types de problèmes, voire tels problèmes, de telles façons). Autour des types de problèmes se construit une seconde organisation (tel type de problèmes peut être résolu de telles façons, éventuellement avec tels théorèmes) dont la portée s'étend bien au-delà de ce que la précédente peut ordonner (cf C3 et C4). Les connaissances associées aux types de problèmes sont en grande partie transversales aux différents chapitres d'un cours, voire à différents domaines mathématiques pour les types les plus généraux. Là où ils coexistent, ces deux modes de structuration ne coïncident pas car un même concept, un même résultat permettent souvent de traiter plusieurs types de problèmes et un même type peut être abordé avec plusieurs outils. Concepts et théorèmes d'un côté, types de problèmes, voire problèmes, de l'autre jouent donc des rôles d'égale importance dans l'objet de connaissance que nous avons nommé le fonctionnement mathématique, nous en donnerons donc une nouvelle définition plus symétrique que celle que nous avons introduite en début de cette partie : le fonctionnement mathématique est l'ensemble des rapports noués dans les solutions entre les objets et les problèmes mathématiques¹⁵.

En résumé, alors que nous nous intéressons aux performances en situation de résolution de problèmes, nous proposons de focaliser l'attention sur les solutions, c'est-à-dire sur les produits finis des pratiques de résolution. Quelles raisons justifient ce choix ?

2. Pourquoi s'intéresser spécifiquement aux connaissances sur le fonctionnement mathématique ?

Des raisons liées à l'activité de résolution de problèmes.

En premier lieu, nous pensons que les connaissances sur le fonctionnement mathématique jouent un rôle important dans l'activité de résolution. En effet, si les textes de démonstrations ne sont pas des récits rapportant les différentes démarches heuristiques suivies par leur auteur, ils ne sont pas totalement muets sur la recherche puisqu'ils présentent les principales initiatives efficaces du chercheur (introduction d'objets nouveaux, changement de cadres, reformulation d'une propriété ou d'une expression algébrique, choix d'un outil, d'une méthode ou d'un théorème). Or ces façons de faire (ou d'avoir fait) ne sont pas sans avenir dans la mesure où il est extrêmement rare qu'un problème à traiter ne puisse pas être relié, à divers moments de la résolution, à d'autres problèmes déjà traités ; les connaissances construites dans la production ou l'étude des solutions de ces derniers sont alors susceptibles d'outiller, d'inspirer la recherche en cours¹⁶.

En ce qui concerne plus précisément l'écrit du Capes, l'analyse des connaissances en jeu dans deux épreuves récentes d'algèbre et géométrie (1998, 2001) nous conduit aux constatations suivantes :

- les problèmes posés n'utilisent qu'un nombre limité de théorèmes relevant du programme du concours, une grande partie des résultats nécessaires étant produits par les questions intermédiaires ;

¹⁵ Ne relève pas en revanche du domaine considéré ce qui concerne l'activité de résolution proprement dite, prise dans son déroulement. Savoir qu'il peut être utile de s'arrêter périodiquement dans une recherche pour faire le point de l'avancée du travail (voir pour de nombreux exemples Schoenfeld 1985) n'est pas une connaissance sur le fonctionnement mathématique mais sur l'activité humaine de production de mathématiques.

¹⁶ Castela 2000, p.351-354.

- par contre, de nombreuses connaissances, non nécessairement liées à des théorèmes remarquables du programme et portant sur des types de problèmes classiques plus ou moins transversaux, sont utiles, leur mobilisation étant souvent à la charge du candidat et conditionnant la mise en fonctionnement dans la solution des quelques théorèmes en jeu.

Même si cette analyse demande à être étendue à d'autres épreuves du Capes et à d'autres concours, nous retiendrons en tant qu'hypothèses les éléments suivants : dans le cadre d'un programme étendu comme celui du Capes, le corpus des théorèmes finalement exigibles dans chaque secteur est restreint, correspondant à une maîtrise généraliste (par opposition à une spécialisation dans un domaine particulier) ; par contre, des connaissances nombreuses et diversifiées sur le fonctionnement mathématique sont en jeu dans les problèmes. Contrairement à ce qui se passe dans une épreuve portant sur un programme d'enseignement limité comme c'est le cas des examens universitaires, le champ des connaissances potentiellement utiles (savoir savant et savoir sur le fonctionnement mathématique) est donc très étendu. Or la détermination du domaine mathématique dont relèvent les connaissances à mobiliser¹⁷, éventuellement variable suivant les parties du problème, est régulièrement à la charge de l'étudiant ; dans ces conditions, une approche plus ou moins explicite des questions en termes de types de problèmes (re)connus peut constituer un instrument d'orientation décisif. Ceci nous conduit à considérer que la double organisation des connaissances évoquée précédemment (autour des concepts et théorèmes d'une part, des types de problèmes d'autre part) joue un rôle primordial dans ce type d'épreuves¹⁸.

Des raisons liées à l'apprentissage et à la perspective d'un enseignement des connaissances sur le fonctionnement mathématique.

Les connaissances sur le fonctionnement mathématique nous informent donc indirectement sur la pratique de résolution de problèmes, même s'il est clair qu'elles n'en épuisent pas la réalité. La deuxième raison pour laquelle nous leur accordons une priorité tient au mode d'existence de leur objet qui offre à la connaissance des ressources non disponibles lorsque l'objet à connaître est une activité. Alors que celle-ci s'évanouit pour une large part à mesure que l'action se déroule et doit être observée de l'extérieur (toute la partie strictement mentale étant dans ce cas invisible) ou vécue de l'intérieur en temps réel (et éventuellement revécue dans les limites des processus métacognitifs), le fonctionnement mathématique, donné à voir dans les textes de démonstration, est émancipé du corps d'autrui et libéré de la flèche du temps. Son étude bénéficie des spécificités de l'accès à l'écrit analysées par R.Duval¹⁹ :

« Les conditions d'intermittence²⁰ et de simultanisation (modalité visuelle) ouvrent la possibilité d'un traitement global, ainsi que de tous les retours en arrière et tous les délais de réflexion dont le sujet, en position d'écriture ou de lecture, peut avoir besoin. » La question de l'apprentissage ne se pose donc pas a priori dans les mêmes termes pour les connaissances sur le fonctionnement mathématique et pour ce que l'on pourrait appeler des savoir-faire, techniques ou plus globalement compétences de résolution quasiment indissociables de la mise en œuvre de l'action.

¹⁷ Nous faisons ici référence aux tâches nécessitant une mise en fonctionnement de connaissances disponibles c'est-à-dire que l'utilisation de la connaissance en question n'est pas demandée dans le texte, il s'agit de savoir résoudre ce qui est proposé sans indications. (A. Robert (1998) p.139-189)

¹⁸ Dans l'article cité dans la note précédente, A.Robert associe également disponibilité des connaissances et organisation (voir par exemple P.155-156 et 168).

¹⁹ Duval 1998, p.86-88.

²⁰ Possibilité de différer l'appréhension de ce qui suit, par opposition à la fluence du discours oral et de la pratique.

Enfin, nous faisons l'hypothèse que les connaissances sur le fonctionnement mathématique ont une certaine légitimité au sein de la communauté des mathématiciens professionnels qui peuvent officiellement utiliser, exprimer, discuter de telles connaissances dans certains dispositifs institutionnels. Cette présence au sein de l'institution « Recherche en mathématique » constitue un point d'appui intéressant si l'on envisage une prise en compte plus explicite que ce n'est le cas actuellement de ces connaissances dans l'enseignement.

3. Le fonctionnement mathématique dans les objets du travail personnel des étudiants.

Quel est le sort réservé aux connaissances sur le fonctionnement mathématique dans les différentes institutions didactiques²¹ ? Hormis certaines techniques classiques, elles n'apparaissent pas dans les programmes en tant qu'enjeux explicites. En revanche, les élèves, les étudiants se voient offrir de multiples occasions de construire des connaissances sur le fonctionnement mathématique. Certaines d'entre elles leur sont présentées au sein même du cours sous une forme généralement **contextualisée**, il s'agit notamment des intitulés classiques « **Exemples** » et « **Applications** » du texte du savoir qui sont donc a priori organisés autour des concepts et des théorèmes ; dans le prolongement de cette approche institutionnalisée, les travaux de résolution proposés mettent en évidence certains **exercices-types** et organisent d'une manière plus ou moins insistante l'apprentissage des techniques associées. Mais ces rencontres relativement mises en évidence par l'institution sont loin d'épuiser le domaine que nous avons défini. D'une part, nombre de techniques sont présentées subrepticement dans le cadre d'utilisation isolée qui ne sont l'objet d'aucune décontextualisation. D'autre part, les connaissances transversales sur les types de problèmes, particulièrement les types les plus généraux, sont négligées parce qu'incompatibles avec la structuration usuelle du texte du savoir mathématique en chapitres centrés sur des concepts et des théorèmes. Pourtant ces aspects du fonctionnement mathématique peuvent être présents dans le corpus des textes auxquelles ont affaire les étudiants, dans les **démonstrations** que comporte le cours, dans les **solutions** aux problèmes qui leur sont posés²². Moyennant un travail personnel non prescrit, ils ont a priori matière à construire un ensemble de connaissances beaucoup plus vaste que celui dont l'apprentissage est sous des formes plus ou moins expresses institutionnellement organisé.

4. La problématique de recherche.

Considérant donc que les connaissances sur le fonctionnement mathématique jouent un rôle décisif dans l'efficacité en situation de résolution de problèmes, nous choisissons de comparer la place que leur accordent les deux institutions étudiées. Un angle d'attaque possible consisterait à étudier les formes de présence²³ de ces connaissances

²¹ Les éléments présentés dans cette partie ne relèvent pas d'une institution particulière. Il s'agit de présenter des catégories tout à fait coutumières de l'enseignement des mathématiques, sans entrer dans des détails qui permettraient d'en distinguer la mise en œuvre suivant l'institution.

²² Il est clair que les connaissances potentiellement constructibles à partir des solutions dépendent du corpus des problèmes posés.

²³ Dans la mesure où cette dimension ne sera pas abordée dans cette brochure, aucun développement ne sera ici consacré aux formes de vie d'une connaissance dans une institution. On pourra se référer à Castela 2000 p. 335-338 et surtout aux Actes du séminaire national de didactique des mathématiques à paraître.

au sein des deux organisations didactiques. Dans quelle mesure certaines d'entre elles sont-elles institutionnalisées dans le texte du savoir ? Existe-t-il des dispositifs où ces connaissances sont exprimées publiquement et par qui le sont-elles ? Jusqu'à quel point sont-elles en jeu dans les épreuves d'évaluation ? Quelle importance leur accorde les enseignants ? Toutes ces questions devront être examinées dans la suite de la recherche, elles ne le seront pas dans cette brochure puisque, comme cela a été dit en introduction, nous avons choisi d'initier ce travail en nous intéressant aux étudiants et à leur travail personnel ; celui-ci conditionne en effet largement l'acquisition des connaissances considérées qui, pour l'essentiel, ne sont pas directement enseignées.

Quelles sont les connaissances reconnues utiles par les étudiants d'une institution pour la résolution des problèmes mathématiques qu'ils ont à résoudre dans cette institution ?

A quels objets consacrent-ils leur travail personnel et sous quelles formes en mènent-ils l'étude ? En particulier, savent-ils qu'il y a dans les textes de solutions qu'ils ont à leur disposition quelque chose d'utile à apprendre dont l'acquisition peut nécessiter pour certains une étude a posteriori ?

Telles sont les questions que nous aborderons dans la suite en nous situant dans une perspective anthropologique : nous chercherons à mettre en évidence des phénomènes que nous pouvons raisonnablement interpréter en termes d'influence des institutions d'enseignement.

A.III. Présentation des deux institutions d'enseignement comparées.

Les deux institutions, université d'une part, classes préparatoires aux grandes écoles d'autre part, que nous projetons de comparer se différencient très nettement sur plusieurs points :

- *Le recrutement* : Les classes préparatoires sélectionnent sur dossier leurs élèves parmi les meilleurs éléments de Terminale S(cientifique) alors que l'université accueille sans sélection un public très varié de bacheliers issus de différentes sections.

- *Les enseignants* : A l'université, les enseignants sont également statutairement chercheurs, ils sont recrutés par les commissions de Spécialistes de l'université sur la base de leurs travaux en mathématiques ; en CPGE, les enseignants ont un service complet d'enseignement, ils sont recrutés par des commissions nationales dépendant de l'Inspection Générale de Mathématiques.

- *L'organisation des études et de l'évaluation* : A l'université, l'enseignement est subdivisé en unités semestrielles correspondant à des domaines différents dont le programme est déterminé localement²⁴ ; pour chacune d'entre elles, l'enseignement comprend d'une part un cours magistral destiné à l'ensemble des inscrits et consacré à l'exposé du savoir, d'autre part des Travaux Dirigés (TD) par groupes restreints (au maximum 36 étudiants) voués à la résolution d'exercices (en général 2 heures de TD pour chaque heure de cours). L'équipe d'enseignants de chaque unité, est constituée d'un chargé de cours et de plusieurs chargés de TD²⁵. L'évaluation est, pour chaque unité d'enseignement, assurée au niveau de l'université par un examen terminal et certains éléments de contrôle continu ; l'usage n'est pas, dans les établissements dont sont issus les étudiants interrogés du moins, de demander, en dehors des partiels et

²⁴ La structure globale de la formation doit être habilitée au niveau national.

²⁵ Dans quelques cas, cours et TD sont assurés par le même enseignant.

examens, des productions écrites qui feraient l'objet d'une correction par les chargés de TD. Les sujets des épreuves d'évaluation sont élaborés par le responsable du cours magistral. La réussite au diplôme (Deug après deux années puis Licence en fin de troisième année) dépend des résultats aux différentes unités, les résultats positifs étant capitalisables en cas de redoublement.

Pour le Deug en général suivi par les étudiants qui se spécialisent en mathématiques au niveau de la licence²⁶, chaque semestre comporte deux ou trois unités de mathématiques (1^{ière} année : algèbre, analyse et en option géométrie, 2^{ième} année : algèbre, analyse et en option probabilités). L'horaire hebdomadaire global est au maximum de 25 heures dont en deuxième année une moyenne de 12 heures de mathématiques. En licence de mathématiques, toutes les unités sont consacrées aux mathématiques et à leurs applications (4 unités par semestre), l'horaire est de 22 heures par semaine.

En classes préparatoires, les élèves²⁷ sont répartis en classes stables d'environ 40 ; pour chacune d'entre elles, l'enseignement de mathématiques est assuré par un unique intervenant pendant toute l'année. Le cycle des études est de deux ans avec sélection à la fin de la première année ; seule la deuxième année peut être redoublée. En Mathématiques Spéciales (Bac+1 ou +2 pour les redoublants), l'évaluation repose avant tout sur les concours aux grandes écoles dont les épreuves sont nationales. Les problèmes posés s'inscrivent dans le cadre d'un programme global non différencié en unités (pour la plupart des principales écoles, le concours comporte deux épreuves comme le Capes, une d'analyse et une d'algèbre). Pendant l'année, les élèves sont confrontés à des travaux écrits en temps limité ou à la maison corrigés par l'enseignant responsable de la classe ainsi qu'à des interrogations orales hebdomadaires (« colles » par groupes de 3).

L'horaire total en Spéciales MP, toutes disciplines confondues, s'élève à 30 heures, 12 heures sont consacrées aux mathématiques dont 2 heures de TD, dispositif qui dans cette institution renvoie à des séances en demi-classes. Ce qui est nommé « Cours » désigne les 10 heures restantes qui, en classe entière, alternent phases de cours magistraux et phases d'exercices.

Nous nous en tiendrons ici à cette description succincte mais une exploration beaucoup plus fouillée des conditions de l'enseignement des mathématiques dans ces deux institutions est impérative compte tenu du cadre théorique où nous nous sommes situés. Elle sera l'objet des développements ultérieurs du travail ; ceux-ci devront notamment interroger les hypothèses mettant en jeu le fonctionnement institutionnel que les résultats présentés dans ce cahier nous ont conduits à formuler.

²⁶ Deug MIAS (Mathématiques, informatique et applications aux sciences)

²⁷ Si en français, le terme *étudiant* est utilisé pour l'enseignement supérieur, il est fréquent de désigner sous le terme d'*élèves* les étudiants des classes préparatoires et des écoles d'ingénieurs.

B. Méthodologie de la recherche.

Dans la mesure où, comme cela a été dit précédemment, la recherche vise à mettre en évidence dans les comportements des étudiants des phénomènes imputables à l'influence des institutions d'enseignement, nous avons choisi de commencer ce travail par un questionnaire de façon à pouvoir interroger deux populations issues respectivement de l'université²⁸ et d'une classe de Mathématiques Spéciales, de taille suffisamment importante pour que les écarts mis en évidence soient assez tôt significatifs. Nous présentons dans ce cahier les résultats obtenus et les interprétations auxquelles ils donnent lieu.

Le questionnaire comporte deux volets, le premier est constitué d'une question ouverte, le second de trois questions fermées. Dans cette section, nous commencerons par analyser le premier volet de l'enquête, puis nous décrirons à son propos la méthodologie quantitative d'exploitation utilisée pour l'ensemble des questions, nous présenterons ensuite le second volet et nous terminerons en décrivant les deux populations interrogées.

B.I. Présentation de la question ouverte.

1. Formulations.

Pour les étudiants préparant le Capes, la question était formulée de la façon suivante :

Supposons que, peu de temps avant l'examen final d'une UV de licence, à une date où vous considérez vos révisions comme achevées, on vous demande d'établir une liste des éléments se rapportant à l'UV que vous avez en mémoire (la votre, pas celle d'une machine !), quelles différentes catégories de "choses" figureraient dans votre liste ?

Pour chaque catégorie, vous attribuerez une note de 1 à 4 selon l'échelle suivante :

Pour résoudre un problème relevant du domaine mathématique au programme du devoir, cette catégorie de souvenirs est

4 = *indispensable* 3 = *souvent utile* 2 = *plutôt inutile* 1 = *superflue*

(Problème est à prendre au sens usuel de "problème de maths")

Exemples : Théorèmes (3), anecdotes concernant le cours (4).....

On vous demande de répondre en toute généralité. Mais si vous ne pouvez pas répondre sans prendre en compte le domaine mathématique concerné, répondez séparément pour 2 domaines qui vous paraissent très différents (dans ce cas, précisez clairement de quels domaines il s'agit).

La formulation destinée aux élèves de classes préparatoires était identique à la première phrase près :

Vous effectuez périodiquement des devoirs en classe pour lesquels votre professeur de mathématiques vous donne un programme de révision portant

²⁸ Les étudiants interrogés sont à quelques exceptions près issus des universités de Rouen et du Havre.

sur un certain nombre de chapitres du cours. Supposons que, le matin du devoir en classe, on vous demande d'établir une liste des éléments se rapportant aux programmes de révision que vous avez en mémoire (la votre, pas celle d'une machine!), quelles différentes catégories de "choses" figureraient dans votre liste ?

2. Conditions de passation.

Le travail s'est déroulé en classe ; les étudiants ont disposé du temps qui leur semblait nécessaire (environ 15 minutes). Il leur a été demandé de répondre individuellement, sans échanger entre eux. Ils n'avaient évidemment pas eu connaissance du questionnaire fermé qui leur a été proposé lorsqu'ils ont eu répondu à ce volet de l'enquête.

3. Objectifs.

La question porte directement sur les connaissances que l'étudiant reconnaît posséder et sur le niveau d'utilité qu'il leur attribue, ce ne sera pas le cas des trois questions du volet fermé qui concerneront les objets et les modalités de l'étude. Elle se situe donc a priori au niveau de ce que dans l'article Castela 2000 déjà cité nous désignons à la suite de F. Conne comme des savoirs personnels²⁹.

Le caractère ouvert et personnalisé de la formulation a évidemment comme premier objectif de minimiser l'encadrement des réponses. En demandant un jugement du niveau d'utilité, en donnant l'exemple des anecdotes, nous avons voulu inciter les étudiants à sortir du domaine convenu des contenus classiques du cours, espérant que la recherche d'éléments qu'ils pourraient juger négativement les entraînerait sur des terrains plus ouverts abritant à la fois de l'utile et de l'inutile, susceptibles de faire apparaître des catégories non prévues a priori à ce stade de la recherche (et c'est ce qui s'est passé).

Par ailleurs, la forme ouverte du questionnement introduit une position « catégorie non citée » par définition inaccessible dans une question fermée, on peut supposer que ceci donne lieu à une radicalisation des réponses. Alors qu'un étudiant hésitera parfois à juger superflu un objet proposé explicitement par l'enquête, il ne pourra pas dissimuler le fait qu'il n'a pas pensé à l'inclure parmi les éléments qu'il aura cités et évalués dans sa réponse à la question ouverte. Cette question vise donc à atténuer les effets de compromis entre l'opinion personnelle (influencée par l'institution) et le cadre créé par l'enquête dont les questions du volet fermé sont nécessairement marquées.

Ceci étant, il faut analyser plus précisément ce à quoi nous pouvons ainsi accéder. Pour figurer dans une réponse, un savoir personnel doit pouvoir être catégorisé et désigné ce qui n'est pas nécessairement le cas de toute connaissance reconnue par un sujet. Une partie des savoirs personnels est donc hors de portée de ce type d'enquête, même si la consigne a été exprimée de façon à orienter les réponses vers des formulations succinctes dont on peut penser qu'elles permettent d'évoquer des éléments difficilement explicitables dans les détails. De plus, nous faisons l'hypothèse que la nécessité de nommer est une contrainte qui pousse les étudiants à utiliser des catégories classiques utilisées institutionnellement. Nous interpréterons les réponses données par les deux populations en terme de **résultats sur les catégories de savoirs vivant**

²⁹ Castela p.336

officiellement³⁰ dans les deux institutions d'enseignement. Ceci est conforme à l'objectif fixé, c'est-à-dire la mise en évidence de phénomènes institutionnels.

Une autre dimension du questionnement va dans le même sens : la formulation fait référence dans les deux cas à une situation d'évaluation ; même si ce n'est pas explicite dans la question, on peut supposer, vu le contexte, que les connaissances citées sont liées à l'épreuve elle-même et que leur utilité est estimée par rapport à l'enjeu que constitue la résolution des problèmes posés. Sous une forme légèrement différente, une des questions fermées revient sur ce dernier aspect en se situant cette fois formellement dans une perspective de réussite à l'examen ou au devoir en classe. Nous pensons avoir ainsi orienté les réponses dans le sens **d'une expression de ce que les étudiants perçoivent des normes institutionnelles** : les épreuves d'évaluation jouent en effet un rôle essentiel dans le processus d'assujettissement des étudiants à l'institution, particulièrement au niveau d'enseignement qui nous intéresse où, conditionnant un accès plus ou moins proche au monde du travail, la réussite acquiert un caractère tout à fait décisif³¹. Dans cette perspective, le fait que certains étudiants aient, comme c'est souvent le cas, orienté leurs réponses dans le sens d'une conformité à la coutume de l'institution n'est pas un biais, puisque c'est comme telle que nous interprétons les réponses.

Enfin, le choix d'introduire pour l'analyse des réponses une différenciation des étudiants selon leur réussite en mathématique dans l'institution participe de la même ligne directrice : les étudiants les plus performants sont a priori considérés comme les plus adaptés aux attentes institutionnelles, donc les plus susceptibles de les exprimer. Nous verrons que cette hypothèse n'est peut-être pas pertinente pour la classe préparatoire dans le cas des questions fermées, il est en effet possible qu'une partie des meilleurs élèves aient cherché dans leurs réponses à donner d'eux-mêmes une image flatteuse de facilité et de créativité par opposition à ce qu'ils ont pu ressentir comme une valorisation du travail et de la mémoire par les items proposés. Les résultats du dépouillement de la question ouverte conduisent à penser qu'elle est relativement indemne de ce biais, il est vraisemblable que cela soit lié à son caractère ouvert.

B.II. Méthodologie d'exploitation des réponses.

1. Méthodologie qualitative spécifique du traitement de la question ouverte.

Dans un premier temps, les réponses ont été analysées à l'aide du logiciel Sphinx qui nous a permis de repérer les **termes ayant donné lieu à une cotation du niveau d'utilité**. En rapprochant dans certains cas des noms considérés comme voisins³², nous

³⁰ En parlant de vie officielle des savoirs, nous envisageons que certaines connaissances peuvent vivre dans une institution sans y avoir été institutionnalisées ; par l'existence de certains dispositifs, l'institution reconnaît que ces connaissances doivent être possédées, acquises ou encore utilisées par certains de ses sujets. Nous avons proposé de parler alors de savoirs de sujets. Pour plus de précision, voir Castela 2000 p. 335-338 et surtout les Actes du séminaire national de didactique des mathématiques à paraître.

³¹ Pour les élèves de CPGE, l'évaluation interne à l'institution conditionne en première année l'admission en deuxième année qui n'est pas automatique, un échec se traduisant par une exclusion du système puisque le redoublement n'est pas autorisé ; en deuxième année, elle ne détermine pas directement la réussite de l'année ; cependant, on peut faire l'hypothèse que chaque devoir en classe constitue une petite répétition des concours, d'autant que la compétition entre élèves préfigure à moindre échelle celle qu'il faudra livrer en vraie grandeur à la fin de l'année. A l'université, en deuxième et troisième années, c'est l'obtention des diplômes (DEUG puis Licence) qui dépend directement des partiels et examens.

³² Par exemple, « Erreurs », « Difficultés », « Bêtises » sont associés à l'item *Erreurs*.

avons constitué une liste de ce que nous désignerons dans la suite comme des *items*. Ceux-ci seront notés en italique de façon à les différencier des mots auxquels ils sont associés, mots dont l'emploi dans une réponse ne suffit pas à constituer, pour l'étude quantitative, la présence de l'item. Ainsi dans l'extrait suivant :

« Théorèmes qui revêtent une importance particulière [4] ; je m'explique, théorèmes nominatifs, théorèmes dont la démonstration n'est pas triviale ... »,

l'item *Démonstrations* n'est pas considéré comme présent dans la mesure où le mot « Démonstrations » ne fait pas l'objet de la cotation mais sert à préciser l'item coté, ici *Théorèmes* ; selon le même principe, les différentes apparitions du terme « Théorème » dans le discours explicatif ne sont pas décomptées.

Cependant, dans quelques cas difficiles à trancher, plusieurs items ont été pris en compte pour une seule cotation : ainsi, pour la déclaration « Exercices types c'est-à-dire Méthodes enseignées [4] », les items *Exercices* et *Méthodes* ont été comptabilisés ; de même, la formulation « Exercices d'application directe [4] », a été prise en compte pour les deux items *Exercices* et *Applications*.

Pour chacun des items ainsi repérés, l'analyse comporte une dimension qualitative qui s'intéresse plus précisément au contenu des réponses. Celles-ci sont la plupart du temps laconiques, ceci peut être considéré comme un effet de la formulation de la question, effet prévu et recherché (cf B.I.3). Néanmoins, un certain nombre d'étudiants sont un peu plus prolixes, nous prenons en compte les éléments apportées par leurs réponses dans le but **d'affiner nos hypothèses** concernant l'influence des objets et modalités du travail personnel sur la construction des connaissances en jeu dans la résolution de problèmes, notamment des connaissances sur le fonctionnement mathématique. Cette dimension de l'étude n'a **aucune portée statistique**, ni dans un sens ni dans un autre ; en particulier, compte tenu de la question posée qui rend contingente l'apparition de réponses argumentées, le fait qu'une déclaration n'apparaisse qu'une ou deux fois ne permet en aucun cas de conclure à la rareté de la position développée. Dans cette phase du travail, nous retenons indépendamment de leur fréquence les éléments qui peuvent s'intégrer dans le cadre théorique choisi, moyennant un développement des analyses.

2. Méthodologie quantitative de comparaison commune aux deux volets de l'enquête.

Pour les quatre questions que comprend l'enquête, l'étude quantitative vise à comparer deux à deux différentes populations : tout d'abord le groupe des élèves de CPGE à celui des étudiants issus de l'université, puis au sein de chacun de ces groupes, deux sous-groupes formés respectivement des étudiants les plus performants et des plus faibles (voir B.IV. pour la description des différents groupes).

Dans le cas de la question ouverte, cette démarche concerne la proportion d'étudiants ayant mentionné un item donné parmi ceux qui ont répondu à ce volet de l'enquête ainsi que la répartition des niveaux de cotation au sein de l'ensemble des occurrences de l'item considéré. L'objectif est de repérer, au moyen d'un test bilatéral d'homogénéité, les écarts statistiquement significatifs³³ existant pour ces différentes fréquences entre les populations comparées.

³³ Pour les tests d'homogénéité, nous avons pris comme hypothèse que la loi normale est une approximation correcte de la loi binomiale lorsque la somme des effectifs des deux échantillons est supérieure ou égale à 30. Il est clair que la qualité du test effectué est très approximative dans les cas où l'un des échantillons est de taille inférieure à 30, c'est-à-dire pour les comparaisons entre sous-groupes de niveaux dans MP, particulièrement pour les comparaisons MP+/MP-.

Un exemple nous permettra de présenter plus clairement la démarche utilisée et le type de résultat obtenu :

76 étudiants du groupe représentant l'université mentionnent l'item *Définitions*, 69 d'entre eux lui attribuant le niveau 4 d'utilité (Indispensable) soit une proportion de 0,908.

Pour le groupe représentant les classes préparatoires, le nombre d'occurrences est de 45, avec 33 cotations au niveau 4 soit une proportion de 0,733.

L'écart entre les deux proportions est significatif au seuil de 2 % ($t = 2,551$).

Nous retenons que dans la première institution, les étudiants considèrent significativement plus souvent que dans la seconde la connaissance des définitions comme indispensable³⁴.

Cette démarche est appliquée aux questions fermées que nous allons présenter maintenant.

B.III. Présentation du deuxième volet de l'enquête : questions fermées.

Le questionnaire comportent trois parties concernant respectivement le rapport des étudiants aux exercices (Question I), les objets sur lesquels peut éventuellement porter le travail personnel (Question II) et les modalités de l'étude des corrigés de problèmes ou d'exercices (Question III).

1. Questionnaire destiné aux étudiants issus de l'université.

I. Tout au long d'une UV, vous êtes amenés à chercher un certain nombre d'exercices et de problèmes ; ces exercices et ces problèmes sont-ils pour vous

| | Toujours | Souvent | Parfois | Jamais | Classement |
|---|----------|---------|---------|--------|------------|
| un jeu intellectuel | | | | | |
| un entraînement à la résolution de questions mathématiques | | | | | |
| Une occasion de vérifier si vous avez bien compris le cours | | | | | |
| Un apport d'exemples qui illustrent le cours | | | | | |
| Une aide à la résolution d'autres exercices | | | | | |
| Une source d'idées à retenir | | | | | |
| Des prototypes proches de ceux qui seront posés à l'examen | | | | | |

Par ailleurs, le test n'est pas utilisé si pour la proportion p obtenue par réunion des deux échantillons de taille respective n_1 et n_2 , l'un au moins des produits $n_1 p$, $n_1(1-p)$ est strictement inférieur à 5.

Pour chaque comparaison, nous relevons le seuil de significativité dès lors qu'il est inférieur à 15 %.

Cf Brousseau 1993 p. 63-65

³⁴ Les deux fréquences comparées sont des probabilités conditionnelles $P([4]/L)$ et $P([4]/MP)$ où L désigne la première population et MP la seconde; si la première de ces probabilités est supérieure à la seconde, on a également $P(L/[4]) > P(L/\text{non}[4])$ et $P(MP/[4]) < P(MP/\text{non}[4])$ (dans ces probabilités, on considère le niveau [4] dans la réunion des deux groupes L et MP). *Démonstration simple.*

Donc si nous établissons que les étudiants de L sont proportionnellement plus nombreux que ceux de MP à attribuer le niveau [4], nous savons également qu'au sein de la réunion des deux populations, L est proportionnellement plus présent parmi les étudiants qui attribuent le niveau [4] que parmi ceux qui choisissent l'un des autres niveaux.

Pour chaque proposition, mettez une croix dans la case qui correspond le mieux à votre opinion

Dans la dernière colonne, classez les différentes propositions (7 = ce que les exos et problèmes d'une UV sont le plus pour vous jusqu'à 1 = ce qu'ils sont le moins pour vous).

Vous ne devez pas avoir d'ex aequo.

II. Que trouvez-vous utile pour réussir un examen?

Pour chaque proposition, mettez une croix dans la case qui correspond le mieux à votre opinion.

Dans la dernière colonne, classez sans ex aequo les propositions du plus utile (11) au moins utile (1)

| | Indispensable | Souvent utile | Plutôt inutile | Superflu | Classement |
|--|---------------|---------------|----------------|----------|------------|
| Connaître les définitions | | | | | |
| Connaître les théorèmes | | | | | |
| Etudier les démonstrations du cours | | | | | |
| Connaître des exemples | | | | | |
| Comprendre les commentaires de l'enseignant chargé du cours | | | | | |
| Résoudre soi-même beaucoup d'exercices | | | | | |
| Etudier les corrections d'exercices qu'on a vraiment cherchés et trouvés | | | | | |
| Etudier les corrections d'exercices qu'on a vraiment cherchés et pas trouvés | | | | | |
| Etudier les corrections d'exercices qu'on a peu ou pas cherchés | | | | | |
| Réfléchir aux erreurs qu'on a commises | | | | | |
| Comprendre les commentaires de l'enseignant chargé des TD | | | | | |

III. En général, quelle est votre attitude par rapport à un exercice non trivial, une fois qu'il a été corrigé ?

Pour chacune des propositions suivantes, attribuez une note de 1 à 4 suivant l'échelle suivante :

4 = correspond à quelque chose que je fais systématiquement

3 = quelque chose que je fais souvent

2 = quelque chose que je fais rarement 1 = je ne fais jamais cela

Dernière colonne, classez sans ex aequo les propositions du plus fréquent (10) au plus rare (1)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| Il fait partie du passé, je ne reviens pas dessus | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Je relis grossièrement la correction | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Je cherche à comprendre dans le détail la solution | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Je le refais cahier fermé | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| J'essaie de voir où ont servi les hypothèses | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Je dégage le plan de la solution | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| J'étudie particulièrement la solution apportée aux points que je n'ai pas su résoudre | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| J'essaie de dégager des idées à retenir | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Je mémorise grossièrement la situation étudiée | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| J'oublie assez rapidement l'exercice | 4 | 3 | 2 | 1 | |

Entourez la note que vous attribuez

2. Questionnaire destiné aux élèves de classe préparatoire.

Cette version diffère sur quelques points du questionnaire précédent.

Première question :

- Les deux premières lignes changent : « Tout au long d'une année de prépa, vous êtes amenés à chercher un certain nombre d'exercices et de problèmes ; ces exercices et ces problèmes sont-ils pour vous ... »
- Le dernier item est formulé différemment : « Des prototypes proches de ceux qui seront posés dans le devoir en classe ».

Deuxième question :

- La partie introductive ne fait pas mention d'un examen mais d'un devoir en classe.
- Le tableau ne contient qu'un item consacré à l'enseignant puisqu'il n'y a pas lieu de distinguer Cours et TD : « Comprendre les commentaires de l'enseignant ». Des dispositions spécifiques ont été prises pour faire face aux conséquences de cet aménagement pour le traitement statistique (voir note 36).

Troisième question : aucune différence.

3. Conditions de passation

Ce questionnaire a été remis aux étudiants après qu'ils ont eu rendu le document concernant la question ouverte ; ils l'ont rempli chez eux, cette modalité ayant été adoptée dans le but de laisser un temps suffisant à la réflexion nécessitée par les tâches de classement.

4. Mise en œuvre de la méthodologie.

Comme on l'aura vu, chaque question comprend deux parties : les étudiants doivent situer les items proposés sur une échelle à quatre degrés puis ils doivent les classer.

Pour la première demande, le nombre de valeurs proposées a été choisi de façon à offrir la possibilité de nuancer les avis tout en interdisant le refuge dans la valeur médiane que permet une échelle à trois degrés. Ceci étant, pour les trois questions, nous

avons reconstitué une variable binaire en regroupant les deux avis à connotation « positive » d'une part, les deux avis à connotation « négative » d'autre part ; la méthodologie de comparaison décrite dans B.II.2. a été appliquée à la fréquence F1 d'apparition de l'avis dit positif (Toujours/Souvent pour la question I, Indispensable/Souvent utile pour la II et Systématiquement/Souvent pour la III). L'analyse est ensuite affinée en prenant en compte la fréquence F2 de l'avis le plus « positif » (Toujours pour la question I, Indispensable pour la II et Systématiquement pour la III). Pour les deux premières questions, l'avis le plus négatif est rare, nous ne l'avons donc pas systématiquement pris en compte. Par contre, dans la question III, la position « Je ne fais jamais cela » est plus présente, sa fréquence F3 est donc également l'objet de l'étude comparative.

Le classement des items est une demande qui vise à obtenir des étudiants une différenciation des propositions qui leur sont faites ; il est clair qu'elle produit nécessairement une radicalisation, c'est le but recherché, mais l'indicateur que nous en tirons est à interpréter avec prudence. Le rang attribué à un item est traité comme une variable numérique dont nous calculons la moyenne et l'écart-type. Or, l'écart entre deux rangs successifs n'est certainement pas invariant d'un étudiant à un autre et même, pour un étudiant donné d'un niveau à l'autre de la classification. Pour tenir compte de cette objection, nous nous intéresserons exclusivement à des comparaisons de rang. Dans ce cas, dire que tel item I a dans telle population P un rang moyen supérieur à celui de tel autre item I' a bien un sens, dans les limites incontournables de toute moyenne. Il en est de même si nous comparons le rang moyen d'un item dans deux populations selon la méthodologie définie précédemment³⁵.

Ce troisième indicateur sera employé pour les deux premières questions³⁶ en appui des résultats observés à partir de l'étude comparative de F1 et F2, il se révélera utile dans quelques cas où, par insuffisance de certains effectifs les tests de significativité ne pourront être appliqués aux fréquences. Par contre, le nombre des étudiants n'ayant pas classé les items dans la dernière question étant trop élevé, nous ne ferons pas intervenir le rang moyen dans cette partie de l'étude.

Nous n'analyserons pas dans cette partie le contenu des trois questions fermées dans la mesure où nous souhaitons intégrer à l'analyse les enrichissements issus de l'étude quantitative des réponses à la question ouverte. On se reportera donc pour cette partie du travail à la partie D.

³⁵ Il s'agit ici d'un test de comparaison des valeurs moyennes d'une variable numérique sur deux populations.

³⁶ Pour les items concernant les enseignants dans la question II du questionnaire destiné aux étudiants de l'université, le dépouillement a été effectué de la façon suivante : un seul item Enseignant a été constitué en retenant pour les deux parties de la question la cotation la plus favorable ; par exemple, pour une réponse attribuant Parfois et un rang 5 à la compréhension des commentaires du chargé de cours, Souvent et un rang 7 à la compréhension des commentaires du chargé de TD, nous avons retenu pour l'item Enseignant le couple (Souvent, 7) ; l'item en question se trouve donc surévalué dans cette population.

Pour ce qui est du classement, les rangs attribués par les étudiants issus de l'université varient de 1 à 11 quand l'échelle va de 1 à 10 pour les élèves de classe préparatoire. De façon à rapporter les réponses dans les deux populations à des bases comparables, le rang moyen et l'écart type ont été divisés par 1,1 dans le premier groupe.

B. IV. Présentation des populations étudiées.

1. Première population : étudiants préparant le Capes.

Les étudiants interrogés sont inscrits à l'Iufm pour préparer le Capes. Ils sont au minimum titulaires d'une licence de mathématiques ce qui correspond à un cursus post-baccalauréat d'au moins 3 ans.

Deux cohortes successives ont été interrogées, en Octobre 97 et 98 (la préparation au Capes étant commencée depuis environ un mois). Dix redoublants ont rempli le questionnaire en 97 et 98 ; seule leur première réponse a été prise en compte. Malgré cette disposition, 25 réponses proviennent d'étudiants ayant déjà préparé au moins une fois le Capes.

L'enquête n'a pas touché la totalité des inscrits à l'Iufm mais seulement ceux des étudiants de la préparation qui suivaient un module intitulé « Compléments de Géométrie du Second Degré », ce qui correspond en général à ceux qui sont le plus investis dans la formation proposée par l'Iufm, avec une légère sous-représentation des redoublants.

Certains étudiants ayant rempli de manière trop incomplète la partie fermée du questionnaire, leurs réponses n'ont pas été prises en compte. **Nous avons donc recueilli 69 questionnaires exploitables en 97, 41 en 98, ce qui correspond respectivement à 65,1 % et 48,8 % des inscrits Iufm³⁷.** Ces 108 étudiants forment un groupe qui dans la suite sera désigné comme le groupe L³⁸.

Dans la population L, 82 étudiants ont effectué la totalité de leurs études post-baccalauréat à l'université ; 10 étudiants ont suivi une année de classes préparatoires puis sont passés à l'université pour un cursus d'au moins deux ans (Deug et licence); 16 étudiants ont effectué un cycle complet d'au moins deux ans en classes préparatoires avant de préparer la licence. Pour 85 % de la population L, le cursus post-baccalauréat (d'au moins 3 ans) s'est effectué, à un an près pour certains, à l'université. **Nous faisons donc l'hypothèse que les réponses fournies par ces étudiants nous informerons sur le travail personnel dans le cadre de l'institution universitaire.**

Comme nous l'avons annoncé précédemment, le travail de comparaison a également été appliqué dans chacune des deux populations à des échantillons de niveau mathématique différent. Pour ce faire, nous avons constitué pour chaque population trois sous-groupes déterminés selon un critère lié aux performances mathématiques des étudiants ; les sous-groupes extrêmes, sur lesquels porte la comparaison, sont ainsi bien différenciés sur le plan mathématique.

Pour les étudiants préparant le Capes, les trois sous-groupes ont été constitués sur la base des résultats à la licence :

- L+ rassemble les étudiants ayant obtenu leur licence en un an (Juin ou Septembre) avec une mention Bien ou Assez Bien (effectif 13), ceux qui ont eu leur licence en Juin sans mention (effectif 30) ; **L+ a donc un effectif de 43 étudiants.** 20 d'entre eux sont d'anciens élèves de classes préparatoires, 11 ayant suivi le cycle des deux années.

³⁷ En 98, 51 étudiants ont rempli le questionnaire, soit 60,7 % des inscrits Iufm mais 10 redoublants ne sont pas pris en compte dans le dépouillement.

³⁸ L pour Licence

- Lo est formé des 20 étudiants qui ont eu leur licence en un an à la session de Septembre.
- **L- réunit les 45 étudiants** ayant mis au moins deux ans pour réussir leur licence. Quatre d'entre eux ont effectué un passage en classes préparatoires, 2 seulement pendant deux ans, soit 4,4 % du sous-groupe alors que c'est le cas d'un quart des étudiants de L+. Il est clair que cet aspect est un élément de différenciation entre L+ et L-, les modalités du travail personnel pouvant être durablement influencées par le cursus au sein de l'institution CPGE.

Après la session de Juin 2000, 23 étudiants ont été admis au concours (16 appartiennent à L+, 2 à Lo et 5 à L-) soit 21,3 % de l'échantillon (37,2 % de L+, 10 % de Lo et 11,1 % de L-). Le pourcentage d'admis parmi les inscrits Iufm des années 97-98, 98-99 et 99-2000 est de 10,6 %, le taux plus élevé de réussite parmi les étudiants interrogés, dû aux performances du sous-groupe L+³⁹, constitue une spécificité de la population L étudiée.

Terminons cette présentation par une réflexion sur la constitution des trois sous-groupes. Le critère choisi peut être contesté puisque la durée du cursus s'explique chez certains étudiants par des raisons personnelles n'ayant rien à voir avec les compétences mathématiques. C'est ainsi que 5 étudiants de L- ont obtenu une mention Assez Bien (dont 2 ont été reçus au concours), il aurait pu être envisagé de les comptabiliser dans le sous-groupe L+ ; ce n'est pas le choix qui a été fait dans la mesure où nous ne disposons pas d'informations permettant de discriminer les autres étudiants ayant un cursus de deux ans. Il est possible que cette décision ait atténué le contraste entre les sous-groupes L+ et L-. Pour pallier à cet inconvénient, dans l'exploitation du volet fermé du questionnaire, le dépouillement statistique a également été appliqué au sous-groupe (noté L--) de L- formé en éliminant les étudiants ayant obtenu la licence avec une mention et les reçus au Capes (effectif 37) ; mais ceci n'a pas donné lieu à des observations réellement différentes.

2. Deuxième population : élèves de classes préparatoires

Nous avons interrogé en Janvier 98 et Janvier 2000 les élèves d'une même⁴⁰ classe de Mathématiques Spéciales MP. Précisons que la section MP n'est pas destinée aux meilleurs éléments autorisés à passer en deuxième année de classes préparatoires.

Ces étudiants sont dans leur deuxième ou troisième année après le baccalauréat alors que ceux de la population L en sont au minimum à leur quatrième année. Il est possible que cet écart se traduise chez certains par une différence de maturité influençant les formes du travail personnel ; il s'agit d'un élément qu'il faut garder à l'esprit dans l'analyse de nos résultats. Par contre, nous ne prendrons pas en compte les variations dans l'organisation de l'enseignement secondaire qui ont eu lieu pendant la période concernant les étudiants interrogés ; nous faisons l'hypothèse qu'il n'y a pas eu de changement notable sur le plan du travail personnel dans la dernière décennie et surtout que c'est avant tout le cursus post-baccalauréat qui a déterminé la forme du travail personnel au moment où les étudiants sont interrogés, pour le groupe L du fait de la durée, pour le groupe MP du fait de la pression exercée par l'institution et de la densité de la formation.

³⁹ L'écart entre les proportions d'admis dans L+ et dans la réunion de Lo et de L- est significatif à 99 %.

⁴⁰ Nous parlons ici de « la même classe » dans la mesure où c'est le même enseignant qui dans les deux cas assure le cours de mathématiques.

En 98, nous avons recueilli 38 réponses exploitables sur un effectif de 43 élèves. Cet échantillon a été divisé en trois sous-groupes de taille sensiblement égales en nous basant sur la moyenne du premier trimestre en mathématiques, la moyenne de la classe étant de 8,3 : le sous-groupe **MP+** est constitué des 12 élèves ayant une moyenne supérieure ou égale à 9 (de 15,1 à 9) et **MP-** des 14 élèves de moyenne inférieure ou égale à 7 (de 7 à 5,3); **MPo**, sous-groupe médian compte donc 12 éléments.

En 2000, sur une classe de 33 élèves, 28 questionnaires ont été retenus. A partir d'une moyenne de 8,4, les mêmes critères ont permis de constituer un sous-groupe **MP+** de 10 éléments (14,1 à 9,9), **MPo** de 8 et **MP-** de 10 (6,1 à 4,6).

Au total, nous disposons donc d'une population **MP** de 66 élèves répartis en trois sous-groupes : **MP+**, effectif 22, **MPo**, effectif 20 et **MP-**, effectif 24⁴¹.

MP compte 18 redoublants, 15 dans MP+, 1 dans MPo et 2 dans MP-

Nous avons choisi de ne pas exploiter les réponses recueillies en 99 pour la raison suivante : dans la classe de 99, sur 31 questionnaires recueillis, 13 provenaient d'élèves déjà interrogés en 98 et ne pouvaient donc être prises en compte, selon le principe utilisé pour le groupe L. Or ces redoublants représentaient 10 des 13 éléments susceptibles d'appartenir au sous-groupe **MP+** ; la campagne 99 contribuait donc de manière totalement déséquilibrée à l'échantillon en apportant 3 élèves à **MP+** pour 9 à **MP-**.

⁴¹ Dans l'échantillon étudié, les sous-groupes **MP+**, **MPo** et **MP-** représentent respectivement 33%, 30 % et 36,4% de l'effectif ; si l'on considère la totalité des élèves des deux classes, la répartition entre les trois catégories utilisées pour créer les sous-groupes +, o et - est : 32,9 % pour +, 32,9 % pour o et 34,2 % pour - ; (chi2 : 0,228).

C. Dépouillement du volet n°1 de l'enquête : question ouverte.

Dans cette partie, nous présentons tout d'abord la liste des catégories de connaissances dont le niveau d'utilité a fait l'objet d'une cotation dans les réponses, ce que nous appelons des items. Ceux-ci sont regroupés en quatre groupes constitués sur la base de l'approche théorique adoptée, ces groupes sont abordés successivement dans les parties C.II. à C.V. Pour chaque item, le texte comprend une étude quantitative comparative portant sur le nombre de citations et la répartition des niveaux d'utilité et une étude de contenu. En C.VI., nous dressons un bilan des observations réalisées en donnant notamment un tableau récapitulatif des écarts significatifs mis en évidence.

C.I. Première approche du travail effectué.

1. Types de connaissances dont le niveau d'utilité fait l'objet d'une cotation.

Le tableau ci-dessous donne la liste des items rencontrés, suivis de leur nombre d'apparition (il ne s'agit pas d'un nombre d'étudiants car un même item peut apparaître plusieurs fois dans une réponse).

| | | | | | | | |
|--------------|-----|----------------------------|-----|------------------|-----|----------------|-----|
| Théorèmes | 163 | Exercices* | 129 | Définitions | 121 | Démonstrations | 105 |
| Exemples | 65 | Méthodes* | 67 | Propriétés* | 37 | Anecdotes | 32 |
| Applications | 27 | Structure* | 26 | Formules | 25 | Astuces | 20 |
| Remarques* | 21 | Corollaires | 16 | Contre-exemples. | 15 | Histoire* | 16 |
| Figures* | 10 | Résultats* | 9 | Lemmes | 9 | Erreurs* | 9 |
| Examens* | 8 | Hypothèses | 5 | Devoirs* | 5 | Prolongements | 5 |
| Rappels | 5 | Liens avec autres secteurs | 5 | Cas particuliers | 5 | | |

Les items suivis d'un astérisque ont été obtenus par regroupement de termes cotés considérés comme voisins :

*Exercices** regroupe Exercices (nombre d'occurrences : 118)⁴², TD (10) et Colles (1);

*Méthodes** : Méthodes, Techniques (5), Raisonnements (1), Méthodologie (1)

*Propriétés** : Propriétés (21), Propositions (16)

*Résultats** : Résultats (8), Critères (1)

*Remarques** : Remarques (19), Conseils (1), Mise en garde (1)

*Histoire** : Histoire, Historique, Dates (2), Culture générale (1)

*Figures** : Figures (3), Graphiques (2), Images (2), Schémas (2), Dessins (1)

*Examens** : Examens (5), Partiels (2), Annales (1)

*Erreurs** : Erreurs (6), Difficultés (2), Bêtise (1)

*Devoirs** : Devoirs (2), Problèmes (3)

Prolongements : Approfondissements, Prolongements, Extrapolation du cours au niveau supérieur, Aboutissements, Limites du programme.

Rappels : Souvenirs de Deug (1), Bases de Deug (1), Rappels (3).

Liens avec d'autres secteurs des mathématiques : Rapport avec d'autres thèmes du programme, d'autres UV.

⁴² La convention suivante sera utilisée dans tout le texte : entre parenthèses, le nombre d'occurrences d'un item donné dans une population donnée ; entre crochets, le niveau d'utilité attribué à un item.

L'item *Structure* regroupe des termes assez divers correspondant à une idée de structuration du cours et/ou de prise de recul à un niveau général (cf C.III.5. pour plus de précision).

Par ailleurs, trois items ont été constitués d'une manière un peu différente puisque les termes qui y sont pris en compte ne font pas systématiquement l'objet d'une cotation mais interviennent dans certaines réponses au sein des commentaires.

L'item *Professeur** (16) concerne les différentes apparitions des termes « Professeurs » ou « Enseignants » (cf Annexe II.).

L'item *Apprendre* (14) regroupe les passages dans lesquels des étudiants expriment certaines idées concernant leurs méthodes d'apprentissage.

Enfin certaines réponses expriment l'importance accordée à la compréhension, elles sont regroupées dans l'item *Comprendre* (7) que nous prolongerons par quelques termes apparus une seule fois qui marquent sans doute une certaine réticence par rapport au poids donné par la question elle-même à la mémoire : *Facteur chance* [4], *Improvisation* [3], *Intuition* [3].

On remarquera que ces derniers items ne constituent pas réellement des réponses à la question formulée, ce qui explique sans aucun doute leur faible fréquence ; que dans ce contexte les étudiants aient tenu à les formuler constitue un indicateur de l'importance qu'ils leur accordent personnellement.

2. Analyse a priori des items.

Dans la liste des items cités précédemment, nous définissons plusieurs catégories qui seront étudiées successivement.

Les deux premiers groupes constitués comprennent les items que nous analysons a priori comme renvoyant à des rubriques usuelles du texte du savoir mathématique tel qu'il apparaît dans les manuels de l'enseignement supérieur, la plupart fort peu différents des manuels de synthèse rédigés sur un domaine donné à l'intention des mathématiciens, ces rubriques évoquent donc l'organisation classique du texte du savoir savant :

- Groupe 1 : *Définitions, Théorèmes, Propositions, Propriétés, Lemmes, Corollaires, Résultats, Formules* ;
- Groupe 2 : *Démonstrations, Exemples, Contre-exemples, Applications*.

Le premier groupe rassemble les items référant aux énoncés institutionnalisant des définitions et des résultats mathématiques, il s'agit clairement d'éléments de savoirs communiqués par l'enseignant dans le dispositif d'enseignement appelé **Cours** en classe préparatoire et **Cours magistral** à l'université, des éléments qui vont prendre place dans ce que l'on appelle usuellement le cours, noté par les étudiants, et que nous désignerons par l'expression « **texte du cours**⁴³ ».

Les items du groupe 2 sont plus ambigus, ils peuvent renvoyer à des connaissances issues de la pratique propre des étudiants (ainsi, un exemple peut avoir été rencontré dans un exercice). Néanmoins, nous faisons l'hypothèse que les catégories considérées sont largement alimentées par le cours ; ceci nous conduit à supposer que leur fonction

⁴³ Précisons que, conformément à l'usage courant, le texte du cours est dans certains cas une partie seulement des écrits consignés par l'étudiant dans le cadre du dispositif « Cours » dans la mesure où celui-ci ne consiste pas nécessairement en un exposé continu de l'enseignant et peut comprendre des phases de résolution d'exercices, c'est en particulier le cas en classe préparatoire.

première est vraisemblablement l'assimilation du savoir savant exposé et qu'elles sont d'abord organisées autour des objets centraux du texte du cours que sont les concepts et les théorèmes (Groupe 1). Ainsi, on parlera de la *démonstration* d'un théorème et plutôt de la solution d'un problème ; les *exemples* et *contre-exemples* viseront à cerner le contenu d'une définition ou à pointer la portée et les limites d'un théorème ; quant aux *applications*, si elles sont bien a priori orientées vers l'investissement dans des problèmes, il reste qu'elles sont étiquetées par le théorème qu'il s'agit d'appliquer.

Les analyses développées dans la section A.II. nous conduisent à considérer que ce mode de structuration n'est pas suffisant pour aborder des épreuves comme celles du Capes pour lesquelles les connaissances évoquées doivent être envisagées dans une perspective pratique de résolution, réinterprétées en tant que connaissances sur des problèmes et des types de problèmes. Or, notre hypothèse est que cette relecture et cette réorganisation ne sont guère favorisées par le cadre institutionnel, qu'elles reposent largement sur le travail personnel des étudiants et sont donc inégalement réalisées selon les individus.

En résumé, le groupe 2 réunit des connaissances⁴⁴ dont nous soupçonnons a priori que, primitivement orientées vers la compréhension du cours, elles peuvent, chez de nombreux étudiants, ne pas avoir été mises « en bon ordre de marche » pour affronter des épreuves de type Capes.

Les items considérés dans les deux derniers groupes sont d'origine liés à la résolution de problèmes ce qui les différencie des précédents :

- Groupe 3 : il s'agit des items *Méthodes* et *Astuces* à la suite desquels nous nous intéresserons aux apparitions, comptabilisées au sein de l'item *Exercices*, de termes renvoyant à l'idée d'*Exercices-types* et aux *Erreurs*.
- Groupe 4 : *Exercices*, *Examens*, *Devoirs*.

Les éléments du groupe 3 font référence à des **connaissances sur le fonctionnement mathématique**. Selon nos hypothèses, ces connaissances ne sont que fort peu insérées dans le texte du savoir élaboré dans les cours ce qui les distingue des items des groupes 1 et 2, elles sont en majorité présentées aux étudiants à travers des résolutions et leur intervention est plus ou moins mise en évidence⁴⁵. Pour chacune des catégories envisagées, les termes utilisés marquent que la connaissance en jeu est explicitement distinguée, extraite de l'une ou l'autre des solutions où elle a pu être mise en œuvre, par décontextualisation pour les *méthodes* et *astuces*, par attribution d'une valeur générique dans le cas des *exercices-types*. Les connaissances ainsi évoquées sont clairement considérées dans une perspective de réinvestissement et portent la marque d'une

⁴⁴ D'autres items peuvent également être associés au texte du cours : *Hypothèses*, *Remarques*, *Figures*, *Prolongements*, *Rappels*, *Liens avec d'autres secteurs de mathématiques*, *Structuration du cours* ; seul le dernier apporte quelques éléments intéressants, il sera examiné à la suite des items du groupe 2, les autres, peu cités, seront abordés dans l'annexe II où l'on trouvera également les citations concernant les items *Professeur*, *Apprendre* et *Comprendre*.

⁴⁵ Nous pensons que la non prise en charge par le texte du cours des connaissances sur le fonctionnement mathématique prend à l'université la forme renforcée d'une non prise en charge par le Cours magistral lui-même, l'organisation pédagogique (dichotomie cours/TD avec enseignants distincts, importance horaire des TD par rapport au cours) favorisant une focalisation exclusive du cours magistral sur le savoir savant ; la situation est différente en classe préparatoire où deux heures seulement sont réservées à des TD, les 10 heures restantes considérées comme Cours ne sont pas exclusivement consacrées à l'exposé du savoir, elles comprennent des phases d'exercices : nous faisons l'hypothèse qu'une telle organisation est susceptible de favoriser la mise en évidence par l'enseignant de connaissances sur le fonctionnement mathématique.

certaine organisation du champ des problèmes. Sont-elles assez diversifiées pour affronter l'écrit du Capes ? Nous n'en savons rien : les types de problèmes peuvent être plus ou moins restreints, plus ou moins liés à des résultats du cours, les méthodes sélectionnées peuvent être plus ou moins algorithmiques. Les items du groupe 3 restent cependant ceux qui évoquent le plus nettement les connaissances sur le fonctionnement mathématique⁴⁶ dont nous mettons en avant le rôle dans les épreuves du Capes.

Les items du dernier groupe ont pour trait commun d'évoquer de manière globale l'activité mathématique propre des étudiants ou les solutions d'exercices, de devoirs ou d'examens. Ils sont peu explicites et peuvent donc aussi bien renvoyer aux types de connaissances évoquées dans le groupe 3 qu'à des connaissances beaucoup plus locales et conjoncturelles, finalisées par des épreuves d'examens aux formes relativement circonscrites⁴⁷.

3. Une différence notable de comportement vis à vis du questionnaire entre étudiants de Capes et élèves de Spéciales.

Avant d'en venir à l'analyse des différentes catégories d'items définies ci-dessus, nous devons signaler une différence entre les étudiants préparant le Capes et les élèves de la classe préparatoire (que nous désignerons désormais comme Spéciales MP) qui devra être prise en compte dans toutes les interprétations. Elle concerne le nombre moyen d'items cotés par réponse qui est nettement plus élevé dans le premier groupe :

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Non-réponses. | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 | 2 | 11 |
| Réponses | 37 | 19 | 43 | 21 | 20 | 23 | 99 | 64 | 63 |
| Nbre moyen d'items cotés | 6,76 | 5,79 | 6,93 | 5,43 | 5,45 | 5 | 6,65 | 5,28 | 6,11 |

(Entre L et MP, différence significative au seuil de 0,01%⁴⁸).

Dans la suite de l'étude, nous verrons que, parmi les items relativement fréquents, plusieurs sont effectivement moins cités par les étudiants de Spéciales MP (*Propositions et Propriétés, Démonstrations*) mais le phénomène inverse existe également (*Formules, Méthodes*). Par contre, les items rares apparaissent surtout chez les étudiants de Capes.

Plusieurs éléments d'interprétation doivent être envisagés. Il est possible que le fort encadrement en vigueur en classes préparatoires conduisent les élèves à une centration sur un petit nombre d'objets liés au travail prescrit alors que la plus grande autonomie laissée aux étudiants à l'université favorise la diversification des sources de réflexion et corrélativement des modes de travail ce qui pourrait expliquer la présence d'items plus variés mais relativement peu représentés.

Mais nous ne pouvons exclure un certain biais lié à la relation des étudiants interrogés avec l'auteur de l'enquête. Pour les élèves de Spéciales MP, il s'agit d'une enquête présentée par le professeur de mathématiques de la classe certes mais venue de l'extérieur de l'institution. Pour les étudiants préparant le Capes, le questionnaire est proposé par une enseignante intervenant dans la préparation au concours. Cette différence peut avoir provoqué chez les seconds une plus grande implication dans la

⁴⁶ L'item *Erreurs* est également considéré dans ce groupe pour la raison suivante : en réfléchissant sur ses propres erreurs, l'étudiant est amené à analyser certains points spécifiques du fonctionnement mathématique, mis en exergue par l'échec.

⁴⁷ Ce point sera précisé par la question II du volet fermé.

⁴⁸ Pour L, écart type = 1,986, pour MP, écart-type = 1,527 ; t = 4,291

recherche d'items à citer que chez les premiers. Cette interprétation nous impose une certaine prudence dans les analyses qui vont être maintenant développées ; elle nous conduira en particulier à ne tirer aucune conclusion de la quasi-absence de certains items rares en Spéciales MP.

C.II. Groupe 1 : Items concernant les énoncés institutionnalisant les définitions et résultats mathématiques.

1. Définitions (121, 121)⁴⁹

Pour cet item, les étudiants n'ont jamais fourni de réponses multiples : le nombre d'occurrences est donc ici un nombre d'étudiants.

* Etudiants ayant mentionné l'item *Définitions*

Le tableau ci-dessous donne en Ligne 2 le nombre d'étudiants ayant répondu effectivement à ce volet de l'enquête, en Ligne 3 le nombre d'étudiants mentionnant l'item *Définitions* ; la fréquence figurant en dernière ligne est le rapport de la troisième ligne à la deuxième (comparaison aux étudiants ayant répondu).

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Réponses | 37 | 19 | 43 | 21 | 20 | 23 | 99 | 64 | 163 |
| Avec Def | 31 | 14 | 31 | 14 | 14 | 17 | 76 | 45 | 121 |
| Fréquence | 0,838 | 0,737 | 0,721 | 0,667 | 0,7 | 0,739 | 0,768 | 0,703 | 0,742 |

* Importance accordée à l'item *Définitions* lorsqu'il est mentionné.

Le tableau de gauche ci-dessous contient le nombre d'occurrences des différents niveaux de cotation pour l'item *Définitions* ; la dernière colonne est obtenue en sommant les quatre précédentes. Celui de droite donne la proportion de chaque niveau d'utilité⁵⁰ par rapport au nombre total d'occurrences dans la population considérée (dernière colonne du tableau de gauche) ; la contribution de chaque population au nombre total d'occurrences figure en proportion dans la dernière colonne.

Autrement dit, si n_{ij} (resp f_{ij}) est le terme de la ligne i et de la colonne j du premier (resp. second) tableau, on a, pour $j = 2, \dots, 5$, $f_{ij} = n_{ij} / n_{i,6}$ et $f_{i,6} = n_{i,6} / n_{10,6}$.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|------|-----|----|---|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 27 | 4 | 0 | 0 | 31 | L+ | 0,871 | 0,129 | 0 | 0 | 0,256 |
| Lo | 13 | 0 | 1 | 0 | 14 | Lo | 0,929 | 0 | 0,071 | 0 | 0,116 |
| L- | 29 | 1 | 0 | 1 | 31 | L- | 0,935 | 0,032 | 0 | 0,032 | 0,256 |
| MP+ | 7 | 6 | 1 | 0 | 14 | MP+ | 0,5 | 0,429 | 0,071 | 0 | 0,116 |
| MPo | 11 | 3 | 0 | 0 | 14 | MPo | 0,786 | 0,214 | 0 | 0 | 0,116 |
| MP- | 15 | 2 | 0 | 0 | 17 | MP- | 0,882 | 0,118 | 0 | 0 | 0,140 |
| L | 69 | 5 | 1 | 1 | 76 | L | 0,908 | 0,066 | 0,013 | 0,013 | 0,628 |
| MP | 33 | 11 | 1 | 0 | 45 | MP | 0,733 | 0,244 | 0,022 | 0 | 0,372 |
| Tous | 102 | 16 | 2 | 1 | 121 | Tous | 0,843 | 0,132 | 0,017 | 0,008 | 1 |

⁴⁹ Le premier nombre donné entre parenthèses est le nombre d'étudiants mentionnant l'item considéré, le second est le nombre total d'occurrences ; cette convention sera utilisée pour tous les items étudiés dans la suite.

⁵⁰ Rappel : 4 : indispensable ; 3 : souvent utile ; 2 : plutôt inutile ; 1 : superflu.

Eléments de comparaison⁵¹

L cite plus cet item que MP, L+ plus que L- et MP+ moins que MP- mais il n'y a pas de différence significative.

Parmi ceux qui ont cité l'item, les élèves de Spéciales considèrent significativement moins souvent la connaissance des *Définitions* comme indispensable que les étudiants préparant le Capes : $MP < L$. On retrouve cette même différence de comportement entre les sous-groupes forts et faibles : $L+ \cup MP+ < L- \cup MP-$.

Au niveau des proportions d'étudiants citant *Définitions*, l'écart le plus important concerne L+ et MP+ ($L+ > MP+$) mais les conditions de validité du test d'homogénéité ne sont pas réunies (note 33).

L'écart entre les proportions du niveau [4] dans les groupes MP et L est significatif au seuil de 2% (test bilatéral $t = 2,551$): $MP < L$.

Une différence de comportement analogue se retrouve au sein de MP entre les élèves de MP+ et ceux de MP- ($MP+ < MP-$) ; l'écart entre les proportions de niveau [4] est net. Un tiers des élèves de MP+ ne mentionne pas l'item considéré, un tiers lui attribue un niveau d'utilité strictement inférieur à 4, autrement dit un tiers seulement des élèves de MP+ reconnaissent spontanément la connaissance des définitions comme indispensable.

Dans L, on observe de manière très atténuée un phénomène analogue ($L+ < L-$) mais L+ a plus cité cet item que L-. Dans les deux cas, les effectifs des niveaux 3, 2 et 1 sont trop faibles pour pouvoir effectuer un test. Par contre, la différence est significative au seuil de 4% ($t = 2,111$) pour la réunion des groupes L+ et MP+ opposés à la réunion de L- et MP-.

Nous ne présenterons pas d'analyse qualitative pour cet item dont la formulation est toujours laconique.

2. Théorèmes (160, 163)

a. Etude quantitative

Tous les étudiants sauf 3 mentionnent l'item *Théorèmes*, ce qui n'a rien d'étonnant compte tenu de la formulation de la question posée.

Concernant l'importance accordée à cet item, les tableaux ci-dessous ont la même signification que dans le cas précédent. Remarquons cependant que 3 étudiants de L+ ont fourni des réponses multiples en ce sens qu'ils attribuent à *Théorèmes* plusieurs niveaux d'utilité (voir ci-dessous l'analyse qualitative pour plus de détails), il s'agit donc cette fois de nombre d'occurrences de l'item et non de nombres d'étudiants.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|------|-----|----|---|---|-------|------|-------|-------|-------|---|-------|
| L+ | 31 | 6 | 1 | 0 | 38 | L+ | 0,816 | 0,158 | 0,026 | 0 | 0,233 |
| Lo | 14 | 4 | 0 | 0 | 18 | Lo | 0,778 | 0,222 | 0 | 0 | 0,110 |
| L- | 34 | 9 | 0 | 0 | 43 | L- | 0,791 | 0,209 | 0 | 0 | 0,264 |
| MP+ | 16 | 4 | 1 | 0 | 21 | MP+ | 0,762 | 0,190 | 0,048 | 0 | 0,129 |
| MPo | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | MPo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,123 |
| MP- | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 | MP- | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,141 |
| L | 79 | 19 | 1 | 0 | 99 | L | 0,798 | 0,192 | 0,010 | 0 | 0,607 |
| MP | 59 | 4 | 1 | 0 | 64 | MP | 0,922 | 0,062 | 0,016 | 0 | 0,393 |
| Tous | 138 | 23 | 2 | 0 | 163 | Tous | 0,847 | 0,141 | 0,012 | 0 | 1 |

⁵¹ Dans toutes les phases d'analyse quantitative que comporte cette section C. nous adopterons la présentation suivante : en tête, un résumé des différences significatives mises en évidence puis, en caractères plus petits, les analyses quantitatives elles-mêmes dans les cas où elles sont longues ; ceci devrait permettre au lecteur qui le souhaite de s'en tenir aux principaux résultats.

Eléments de comparaison

Les proportions d'occurrences de l'item considéré au niveau d'utilité [4] par rapport à l'ensemble des occurrences dans L et dans MP peuvent être considérées comme significativement différentes, au seuil de 4% ($t = 2,143$) : $L < MP$.

Dans le groupe L, les proportions sont voisines pour les trois sous-groupes ; dans MP, les sous-groupes MPo et MP- considèrent unanimement la connaissance des théorèmes comme indispensable, c'est seulement le cas de 76 % des élèves de MP+, pourcentage le plus faible des six sous-groupes de niveau.

b. Etude qualitative

* Comme nous l'avons déjà signalé, 3 étudiants du groupe L+ (n°12, 30 et 42⁵²) attribuent plusieurs niveaux d'utilité à l'item *Théorèmes* :

« *Théorèmes* les plus importants [4]. Autres *Théorèmes* [2] »

« *Théorèmes* la plupart sont indispensables [4], d'autres *Théorèmes* [3]. »

« *Théorèmes* [4]. *Corollaires* ou *Théorèmes* pas utilisés en TD [3]. »

La dernière citation fait apparaître comment l'étudiant s'appuie sur les activités développées en TD pour différencier les éléments donnés dans le texte du cours magistral.

* On retrouve des éléments du même ordre dans des réponses qui, sans attribuer plusieurs niveaux d'utilité, effectuent une sélection dans le corpus des théorèmes (*Théorèmes* (les plus) fondamentaux, (les plus) importants, qui revêtent une importance particulière, les principaux *Théorèmes*). Ceci concerne 10 étudiants⁵³ tous dans L.

Citons deux réponses particulièrement intéressantes pour l'aperçu qu'elles nous donnent sur le fonctionnement du travail personnel de l'étudiant.

n° 64 : « Définitions [4]. *Théorèmes* [4] qui revêtent une importance particulière ; je m'explique, théorèmes nominatifs (Dini, Heine, Bolzano-Weierstrass, Cayley-Hamilton, Thalès etc.), dont la démonstration n'est pas triviale et nécessite l'emploi de plusieurs propositions précédemment vues, qui énonce un résultat général non évident. Autres *Propositions* [3]. »

Cet étudiant⁵⁴ s'appuie notamment sur une analyse mathématique pour repérer les théorèmes importants. Il met également en évidence le rôle joué par la dénomination des énoncés grâce aux noms des mathématiciens, élément retrouvé chez un autre étudiant.

La seconde réponse présente un intérêt différent ; elle explicite en quoi le travail d'apprentissage peut être différencié suivant l'importance accordée aux énoncés considérés ; au passage, on voit très bien comment le travail sur les exercices peut être orienté vers l'apprentissage du cours.

n° 98 : « Apprendre les Définitions [4] (afin de savoir de quoi on parle). Retenir les théorèmes : les *Théorèmes* [4] importants : les apprendre [4] et faire quelques exercices d'Applications simples [3] pour pouvoir les utiliser rapidement ou pour repérer leur domaine ou le cadre de leur utilisation plus rapidement ; les théorèmes moins utilisés :

⁵² Lorsque nous citons une réponse, nous indiquons le numéro de celle-ci dans la liste des réponses qui figure dans l'annexe I.

⁵³ Dont le n°12.

⁵⁴ Le profil de cet étudiant est assez particulier : après trois ans de classes préparatoires, il a mis deux ans pour obtenir sa licence, ce qui fait qu'il est classé dans le groupe L-, mais avec mention Assez Bien ; il est titulaire d'un DEA ; redoublant la préparation au Capes lorsqu'il répond à ce questionnaire, il sera admis au Capes à la fin de l'année. C'est un étudiant très réfléchi qui dès ses débuts dans l'enseignement en seconde année d'Infin manifestera un intérêt relativement rare pour la didactique.

visualiser leur domaine d'action par des exercices types qui permettent en même temps de les retenir sans avoir à apprendre "par cœur" ; les Propriétés [4] : apprendre [4] par cœur les plus utilisées et savoir retrouver [4] à partir d'une propriété, les autres qui en découlent (pour limiter la quantité à apprendre). »

Au total, ce sont 12 étudiants préparant le Capes qui expriment une certaine différenciation du niveau d'utilité à l'intérieur du corpus des *Théorèmes* (6 dans L+, 1 dans Lo et 5 dans L-). Aucun des élèves de classes préparatoires ne manifeste ce comportement.

L'étude des autres items relevant de la nomenclature usuelle des énoncés mathématiques nous permettra de pousser plus loin la recherche de telles variations dans l'attitude vis à vis du cours magistral.

* Notons pour finir le cas de deux étudiants (n° 95 et 100 dans L-) qui ont répondu en différenciant les UV considérées et ne citent les *Théorèmes* que pour certains domaines (Mesure et Topologie pour le premier, Algèbre pour le second), se contentant de faire référence aux *Exercices* ou aux *Travaux Dirigés* pour les autres (Algèbre, Espace de Hilbert et Analyse de Fourier pour le premier, Mesure pour le second). On remarquera l'absence de position commune sur les UV envisagées.

3. Propriétés, Propositions, Résultats, Critères (41,42)

a. Etude quantitative.

Nous allons rassembler dans le même tableau les occurrences des items *Propriétés, Propositions, Résultats, Critères*. Tous les étudiants concernés ont également mentionné l'item « Théorèmes ». Ils sont au nombre de 42 : 3 étudiants citent deux de ces items au même niveau, les réponses en question ne sont comptées qu'une seule fois dans le tableau ci-dessous ; par contre, 1 étudiant de L- attribue une cotation [4] aux *Propositions* et [2] aux *Résultats* obtenus en Travaux Dirigés, sa réponse intervient donc deux fois.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|----|----|---|---|-------|-----------|
| L+ | 5 | 4 | 1 | 0 | 10 | 0,270 |
| Lo | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0,211 |
| L- | 11 | 5 | 1 | 0 | 17 | 0,372 |
| MP+ | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0,238 |
| MPo | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0,15 |
| MP- | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0,130 |
| L | 17 | 12 | 2 | 0 | 31 | 0,303 |
| MP | 4 | 7 | 0 | 0 | 11 | 0,172 |
| Tous | 21 | 19 | 2 | 0 | 42 | 0,252 |

La dernière colonne donne le rapport du nombre d'étudiants ayant mentionné l'un ou l'autre de ces items au nombre d'étudiants ayant répondu.

Eléments de comparaison

Dans L, la proportion d'étudiants mentionnant l'un ou l'autre de ces items au sein de ceux qui ont répondu est de 0,303, dans MP, elle est de 0,172. Ces deux proportions peuvent être considérées comme distinctes au seuil de 5 % ($t = 1,884$)⁵⁵ : $L > MP$.

Dans le groupe L, les proportions dans L+ et dans Lo sont inférieures à la proportion dans L- mais la différence entre L+ et L- n'est pas significative (entre $L+ \cup Lo$ et L-, l'écart est faiblement significatif, seuil de 13 %).

b. Recherche d'une attitude différenciatrice.

Nous nous proposons ici de comparer les niveaux d'utilité attribués par les étudiants aux items *Théorèmes, Propriétés, Propositions, Résultats et Critères* de façon à distinguer ceux qui introduisent une certaine hiérarchie dans l'ensemble des résultats énoncés dans le cours magistral. Ce questionnement nous a été suggéré par certains des éléments déjà présentés : les définitions sont jugées moins souvent indispensables dans les groupes forts, quelques élèves de la population L manifestent une attitude sélective vis à vis des théorèmes mais ils sont également représentés dans L+ et L-. L'apprentissage différencié des résultats énoncés dans le cours est-il un comportement plus fréquent chez les meilleurs étudiants ? Telle est la question à laquelle nous cherchons maintenant à apporter quelques éléments de réponse.

* Nombre d'étudiants non différenciateurs

Il s'agit des réponses qui citent deux au moins des items qui nous intéressent maintenant et attribuent à tous la même cotation :

L+ : 5 sur 10 étudiants concernés ; Lo : 2 sur 4 ; L- : 13 sur 16 ; au total dans L : 20 sur 30

MP+ : 1 sur 5 ; MPo : 2 sur 3 ; MP- : 2 sur 3 ; au total dans MP : 5 sur 11.

Si l'on compare les deux groupes L et MP, les deux proportions (0,667 pour L, 0,455 pour MP) ne sont pas significativement différentes.

Par contre, il y a une différence significative entre les sous-groupes de niveau : les étudiants non différenciateurs sont significativement moins nombreux dans $L+ \cup MP+$ que dans le reste de la population : $L+ \cup MP+ < Lo \cup L- \cup MPo \cup MP-$.

Dans L, les étudiants non différenciateurs sont plus nombreux dans L- que dans la réunion des deux autres sous-groupes (dans L-, 81,2 % de l'effectif de ceux qui ont cité plusieurs items concernant les énoncés pour 50 % dans L+ et Lo). Ces étudiants représentent dans L- 30,2 % des réponses, ce qui constitue une tendance forte, et seulement 13,2 % dans le reste de L.

Dans MP, le sous-groupe MP+ contient moins d'étudiants non différenciateurs que MPo et MP-. Aucun test d'homogénéité ne peut cependant être effectué du fait de l'insuffisance des effectifs.

Par contre, si l'on compare la réunion des deux sous-groupes forts au reste de l'échantillon, l'écart est significatif au seuil de 4 % ($t = 2,091$) : $L+ \cup MP+ < Lo \cup L- \cup MPo \cup MP-$.

Ceci étant noté, il faut néanmoins signaler que les étudiants considérés ne représentent que 10,3 % des réponses dans $L+ \cup MP+$ et 18,1 % dans le reste de la population ; l'écart entre ces deux pourcentages n'est plus significatif ($t = 1,314$).

⁵⁵ Si on ne prend en compte que les items *Propriétés et Propositions*, les proportions sont de 0,273 pour L et 0,109 pour MP, significativement différentes au seuil de 2%.

*** Nombre d'étudiants différenciateurs**

Dans cette partie de l'étude, nous rassemblons plusieurs types de réponses : d'une part, celles qui mentionnent deux au moins des items étudiés ici, avec des niveaux d'utilité différents (nous y intégrons les étudiants envisagés dans la partie 2.b. qui attribuent plusieurs cotations à l'item *Théorèmes*), d'autre part, les réponses qui sélectionnent une partie du corpus possible. Le résultat de ce travail est donné dans le tableau suivant dont la deuxième ligne donne l'effectif des étudiants ayant mentionné l'item *Théorèmes*, la troisième celui des différenciateurs et la quatrième la proportion de la troisième ligne à la deuxième :

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Citant <i>Théorèmes</i> | 35 | 18 | 43 | 21 | 20 | 23 | 96 | 64 | 160 |
| Différenciateurs | 11 | 3 | 7 | 4 | 1 | 1 | 21 | 6 | 27 |
| Fréquence | 0,314 | 0,167 | 0,163 | 0,190 | 0,05 | 0,04 | 0,219 | 0,094 | 0,169 |

La proportion des étudiants différenciateurs est significativement plus élevée dans L que dans MP, dans L+ que dans le reste de L. Cette différence entre forts et faibles est également présente dans MP et le regroupement des deux populations conduit à un écart significatif : $L+ \cup MP+ > Lo \cup L- \cup MPo \cup MP-$.

Notons que ces éléments portent sur la quasi-totalité des étudiants interrogés puisque toutes les réponses sauf 3 mentionnent les *Théorèmes*, ils sont donc nettement plus significatifs que les écarts mis en évidence à propos de l'attitude non différenciatrice ; ceux-ci se trouvent néanmoins confirmés par la cohérence des observations.

Entre L et MP, l'écart est significatif au seuil de 4 % ($t = 2,068$).

Pour le groupe L, la proportion d'étudiants différenciateurs est plus élevée dans L+ que dans la réunion des deux autres sous-groupes (au seuil de 9 %, $t = 1,715$) ; entre L+ et L-, la relation d'ordre est la même mais avec une significativité moindre (seuil de 12 %, $t = 1,579$). Signalons que deux étudiants de L seulement (respectivement dans Lo et L-) introduisent une différenciation entre *Théorèmes* et *Résultats* ; dans les deux cas, ils font explicitement référence à « des résultats vus en TD ou trouvés dans des livres », c'est-à-dire que la hiérarchisation ne concerne pas les énoncés du cours magistral. Si l'on s'en tient aux items *Théorèmes*, *Propositions* et *Propriétés*, on constate que la relation d'ordre entre L+ et le reste du groupe L est la même avec une significativité plus élevée (au seuil de 4 %), de même entre L+ et L- (au seuil de 7%).

Enfin, on constate dans MP la même tendance à plus différencier dans MP+ que dans les deux autres sous-groupes de niveau mais les effectifs concernés sont très faibles. Le regroupement de L+ et MP+ d'une part, des quatre autres sous-groupes d'autre part confirme la différence significative de comportement (seuil de 2%, $t = 2,456$). Si l'on compare $L+ \cup MP+$ à $L- \cup MP-$ l'écart est significatif au seuil de 4 % ($t = 2,063$).

4. Lemmes (9,9), Corollaires (16,16)

Dans le cadre d'un effectif limité de réponses concernées, l'étude des apparitions des items *Lemmes* et *Corollaires* confirme les phénomènes relevés dans la partie 3, c'est-à-dire que ces items apparaissent quasi exclusivement dans les réponses du groupe L et que seuls des étudiants du sous-groupe L- les placent au même niveau d'utilité que les *Théorèmes* :

Dans L, 8 apparitions de *Lemmes* (2 dans L+, 1 dans Lo, 5 dans L-), 1 seule fois au même niveau que *Théorèmes*, dans L- ; 16 apparitions de *Corollaires* (7 dans L+, 1 dans Lo, 8 dans L-), 5 fois au même niveau que *Théorèmes*, uniquement dans L-.

Dans MP : 1 apparition de *Lemmes* (dans MPo, au niveau [4]) et aucune de *Corollaires*.

Sur le plan du contenu, les formulations, très laconiques, ne fournissent guère matière à réflexion. Citons la réponse n° 34 qui relativise l'importance accordée aux *Corollaires* « [2] si ils se déduisent immédiatement du théorème » ; on trouve ici une des rares explicitations d'une stratégie différenciée d'apprentissage.

5. Formules (24, 25)

Les étudiants qui mentionnent l'item *Formules* ont tous sauf un mentionné l'item *Théorèmes*.

Un étudiant (n°61, Lo) apporte une réponse multiple en différenciant les « *formules* mathématiques pouvant être retrouvées [3] des autres *formules* mathématiques [4] » (peut être rapproché de la réponse n°34 qui vient d'être évoquée).

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|----|---|---|---|-------|-----------|
| L+ | 5 | 3 | 0 | 0 | 8 | 0,216 |
| Lo | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0,105 |
| L- | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,023 |
| MP+ | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0,095 |
| MPo | 2 | 1 | 2 | 1 | 6 | 0,3 |
| MP- | 2 | 2 | 1 | 0 | 5 | 0,217 |
| L | 7 | 5 | 0 | 0 | 12 | 0,111 |
| MP | 4 | 4 | 4 | 1 | 13 | 0,203 |
| Tous | 11 | 9 | 4 | 1 | 25 | 0,153 |

La dernière colonne donne la proportion du nombre d'étudiants ayant mentionné l'item considéré par rapport à l'effectif des réponses.

Eléments de comparaison

La proportion des étudiants citant l'item *Formules* dans l'effectif total des réponses est plus élevée chez les élèves de Spéciales MP, ce qui n'est pas anodin compte tenu de la tendance constatée dans ce groupe à proposer une liste réduite d'items : $MP > L$ au seuil de 11% ($t = 1,618$).

Sur le plan des sous-groupes de niveau, les deux institutions considérées diffèrent puisque dans L, c'est L+ qui mentionne le plus l'item étudié (la proportion est comparable à celle de MP) alors que dans MP, MP+ est le sous-groupe qui le cite le moins souvent.

Si l'on s'intéresse à la hiérarchisation des items dans les réponses qui mentionnent à la fois *Formules* et *Théorèmes*, on constate que, dans L, 8 des citations sur 12 situent les deux au même niveau (6 sur 8 dans L+) alors que dans MP la proportion est de 2 sur 13 (deux élèves de MP-). La proportion la plus élevée de réponses non différenciatrices se trouve dans le sous-groupe L+.

Donc les élèves de Spéciales MP mentionnent plus l'item *Formules*, surtout dans les deux sous-groupes de niveau MPo et MP-, mais majoritairement relativisent son importance. Les étudiants de Capes citent moins l'item considéré mais sont au contraire proportionnellement plus nombreux à le mettre sur le même plan que

Théorèmes, ceci étant particulièrement le cas du groupe L+. Il est possible que cette observation soit liée à une différence entre les institutions Université et Classes Préparatoires quant à la place accordée aux formulaires et à la calculatrice, dans les épreuves d'évaluation notamment.

Terminons en citant les étudiants qui donnent quelques précisions sur les formules qu'ils considèrent :

n° 2 : « *Théorèmes* [4]. *Formules* à se souvenir [4] (ex : D.L. si chapitre sur les Développements Limités, formules de a_n et b_n dans le chapitre des coefficients de Fourier avec formule de Parseval).

n° 24 : « *Formules* utilisables dans plusieurs domaines [3] »

n° 109 : « Des *Formules* [2] (telles que les formules de trigo ...). »

n° 138 : « *Formules* [2] (D.L., Développements en Séries Entières, ...). »

n° 156 : « *Formules* classiques en analyse [4] (trigo, calcul d'intégrales, etc.). »

Deux réponses (n°61, 151) relativisent l'utilité des « *formules* faciles à retrouver ».

Enfin 3 étudiants de L précisent sans en dire plus qu'ils appliquent une certaine sélection (« les *formules* les plus importantes », « des *formules* »).

6. Éléments de synthèse.

a. Comparaison des groupes L et MP.

Définitions et *Théorèmes* sont les éléments du cours les plus souvent cités par les étudiants : le premier item apparaît dans près de trois quarts des réponses, le second qui apparaissait dans la question, n'est omis que trois fois. Dans les deux groupes, les fréquences d'apparition sont voisines ; c'est au niveau des cotations que L et MP se différencient de manière significative : les étudiants de L considèrent plus souvent que ceux de MP la connaissance des définitions comme indispensable (91 % des occurrences de cet item dans L, 73 % dans MP), c'est l'inverse pour les théorèmes (80 % dans L, 92 % dans MP). Les autres éléments de la taxonomie des énoncés de résultats mathématiques sont mentionnés beaucoup plus rarement (la fréquence maximale d'apparition, pour l'item *Propriétés* dans L, s'élève à 30 %) ; tous sauf l'item *Formules*, sont plus souvent cités par les étudiants préparant le Capes que par les élèves de Spéciales MP.

En prenant en compte les niveaux d'utilité attribués aux différents items étudiés ici, nous avons relevé dans le groupe L une proportion plus élevée que dans MP d'étudiants introduisant une certaine hiérarchie dans les énoncés du cours. Les élèves de classes préparatoires auraient moins que les étudiants préparant le Capes tendance à opérer un apprentissage hiérarchisé des résultats figurant dans leur cours, attitude mise en évidence chez 21,9 % du groupe L et seulement 9,4 % de MP. Le résultat constaté à propos de l'importance accordée aux *Théorèmes* conforte cette interprétation mais ce n'est pas le cas pour l'étude des cotations de l'item *Définitions*. D'autres interprétations doivent être envisagées :

- Nous venons de le rappeler, les élèves de Spéciales MP ont moins que les étudiants du Capes mentionné les items secondaires de la nomenclature des énoncés (à l'exception des *Formules*) ; or nous n'avons pu exclure qu'un biais dû aux conditions de l'enquête soit au moins en partie à l'origine de la moindre diversité des réponses dans le groupe MP qui aurait donc ainsi été privé de l'occasion d'exprimer la hiérarchisation que nous recherchons. La différence

constatée entre L et MP peut être interprétée comme un effet du dispositif de recherche.

- Une interprétation différente est encore possible qui voit dans les réponses des élèves de Spéciales MP l'expression d'une hiérarchisation nettement plus radicale : l'item *Théorèmes* renvoie exclusivement à des résultats centraux, tous les autres énoncés étant considérés comme secondaires au point que nombre d'élèves n'y pensent même pas. Plusieurs éléments plaident en faveur de cette hypothèse : d'une part, le professeur de la classe MP affirme n'utiliser la dénomination *Théorèmes* qu'avec une grande parcimonie, mettant par-là en exergue les résultats ainsi désignés ; d'autre part, sous cette interprétation, l'importance plus grande accordée à l'item *Théorèmes* par le groupe MP manifesterait une certaine tendance à la différenciation des éléments du cours qui serait cohérente avec le moindre intérêt apporté aux *Définitions*.

Il ne semble pas possible dans l'état actuel de cette recherche de trancher entre ces trois interprétations ; il n'est pas exclu qu'elles aient chacune leur domaine de validité suivant notamment le niveau mathématique des élèves auquel semble liée l'attitude différenciatrice étudiée ici comme nous allons le préciser.

b. Comparaison entre les groupes de niveau.

Au sein du groupe MP, les élèves du sous-groupe MP+ se différencient nettement des autres à propos des *Définitions* dont ils considèrent beaucoup moins souvent la connaissance comme indispensable (50 % des apparitions pour MP+, 84 % pour le reste du groupe). Le même comportement a été mis en évidence à propos des *Théorèmes* unanimement cotés au niveau [4] par MPo et MP- quand c'est seulement le cas de 75 % des réponses dans MP+. Nous ne retrouvons pas cet écart parmi les étudiants préparant le Capes à propos des *Théorèmes*. Par contre, l'item *Définitions* donne lieu dans ce groupe à une différenciation comparable à celle qui a été relevée dans MP bien que moins nette ; nous pouvons retenir que dans les deux institutions, les sous-groupes forts considèrent moins souvent les *Définitions* comme indispensables que les sous-groupes faibles (pour la réunion des deux populations concernées, l'écart est significatif au seuil de 4 %).

Pour les autres items envisagés dans cette partie de l'étude, plus rarement mentionnés, aucun phénomène significatif concernant les fréquences d'apparition n'a pu être mis en évidence. Par contre, l'étude comparative des cotations pour les différents éléments cités permet de confirmer la différence de comportement entre les sous-groupes de niveau qui vient d'être signalée.

Chez les étudiants préparant le Capes, nous observons que les étudiants qui attribuent le même niveau d'utilité aux items étudiés ici sont plus nombreux dans le sous-groupe faible où ils représentent 30 % de l'ensemble des étudiants ayant répondu⁵⁶ que dans les deux autres ; au contraire, les réponses différenciatrices sont plus fréquentes dans le sous-groupe fort où elles constituent plus de 30 % de l'effectif citant *Théorèmes*. Rappelons que, contrairement à ce qui se passe pour la comparaison L / MP, les proportions dans L+ et dans L- d'étudiants mentionnant d'autres items que *Théorèmes* ne sont pas significativement différentes, c'est-à-dire que les occasions de différencier ne sont pas plus nombreuses pour L+ (elles sont au contraire légèrement moins fréquentes que dans L-).

⁵⁶ Plus de 80 % des réponses qui citent au moins deux items concernant les énoncés les situent au même niveau d'utilité.

Pour les élèves de Spéciales MP, les effectifs concernés sont toujours faibles. Le regroupement des sous-groupes de même niveau des deux institutions permet d'obtenir des résultats significatifs (au seuil de 5%) qui correspondent exactement à ce que l'on observe dans MP et dans L, à savoir : le sous-groupe « Fort » (L+ ∪ MP+) contient moins d'étudiants non différenciateurs (10,5 %) et plus de différenciateurs (25,9 %) que le reste de l'échantillon Lo ∪ L- ∪ MPo ∪ MP- dans lequel les proportions sont respectivement de 18,1 % et de 11,4 %.

Cette étude fait donc apparaître un élément qui, dans les deux institutions considérées, différencie de manière identique les sous-groupes de niveau : il semblerait que dans les deux cas, les étudiants de meilleur niveau aient plus que les autres une attitude sélective, relativisante ou hiérarchisante dans leur apprentissage du corpus des résultats vus en cours. Ce phénomène est particulièrement net dans la population des étudiants préparant le Capes.

Face à cette différence, plusieurs éléments d'interprétation peuvent être avancés qui vraisemblablement interagissent, tour à tour causes et effets de la réussite : choisir à bon escient les théorèmes retenus nécessite un certain niveau de compréhension de l'ensemble du savoir étudié et une perception de la portée des différents résultats dans une perspective d'utilisation ; minimiser le travail de mémorisation attaché au savoir savant c'est peut-être dégager un espace pour les connaissances plus pragmatiques en jeu dans la résolution de problèmes (rappelons ici le faible nombre des théorèmes sollicités dans les épreuves de Capes) ; enfin s'autoriser à une telle sélection dans le texte du cours suppose sans doute un rapport à l'institution relativement libéré d'une trop grande sujétion et une bonne dose de confiance en soi, ce que ne possèdent vraisemblablement pas la majorité des étudiants en difficultés.

C.III. Groupe 2 : Autres items concernant le texte du savoir savant.

1. Démonstrations (94, 105)

a. Etude quantitative.

94 étudiants mentionnent l'item *Démonstrations* ; parmi eux, 7 réponses dans L et 3 dans MP lui attribuent plusieurs niveaux d'utilité⁵⁷.

Dans le tableau ci-dessous, la troisième ligne donne le nombre d'étudiants ayant cité l'item étudié ici.

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Non-r. | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 | 2 | 11 |
| Réponses | 37 | 19 | 43 | 21 | 20 | 23 | 99 | 64 | 163 |
| Dem. | 29 | 11 | 29 | 8 | 8 | 9 | 69 | 25 | 94 |
| Fréquence | 0,784 | 0,579 | 0,674 | 0,381 | 0,4 | 0,391 | 0,697 | 0,391 | 0,577 |

Pour les deux tableaux ci-dessous, celui de gauche donne pour chaque groupe le nombre d'occurrences d'un niveau donné, celui de droite la fréquence rapportée aux occurrences de l'item *Démonstrations* dans le groupe considéré.

⁵⁷ L+ : 4 étudiants (n° 34, 35, 38, 41) Lo : 1 (n°59) L- : 2 (n° 70 qui attribuent 3 niveaux, 78) ; MP+ : 1 (n° 115) MPo : 2 (n° 133,140).

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|------|---|----|----|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 6 | 18 | 7 | 2 | 33 | L+ | 0,182 | 0,545 | 0,212 | 0,061 | 0,314 |
| Lo | 0 | 9 | 2 | 1 | 12 | Lo | 0 | 0,750 | 0,167 | 0,083 | 0,114 |
| L- | 1 | 19 | 9 | 3 | 32 | L- | 0,031 | 0,593 | 0,281 | 0,094 | 0,305 |
| MP+ | 0 | 5 | 4 | 0 | 9 | MP+ | 0 | 0,556 | 0,444 | 0 | 0,086 |
| MPo | 0 | 4 | 4 | 2 | 10 | MPo | 0 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,095 |
| MP- | 0 | 6 | 3 | 0 | 9 | MP- | 0 | 0,667 | 0,333 | 0 | 0,086 |
| L | 7 | 46 | 18 | 6 | 77 | L | 0,091 | 0,597 | 0,234 | 0,078 | 0,733 |
| MP | 0 | 15 | 11 | 2 | 28 | MP | 0 | 0,536 | 0,393 | 0,071 | 0,267 |
| Tous | 7 | 61 | 29 | 8 | 105 | Tous | 0,067 | 0,581 | 0,276 | 0,076 | 1 |

Eléments de comparaison

Il y a une différence significative au seuil de 1% ($t = 3,865$) entre les proportions d'étudiants de L et MP mentionnant le terme *Démonstrations* par rapport à l'effectif des réponses : $L > MP$. Concernant les niveaux d'utilité, L attribue plus souvent les niveaux [3] et [4] que MP mais la significativité de cette comparaison est médiocre ($t = 1,447$, seuil de 15 %).

Dans L, *Démonstrations* est plus cité dans L+ que dans les deux autres sous-groupes mais la différence n'est pas significative (seuil de 15 % entre L+ et $Lo \cup L-$, plus de 20 % entre L+ et L-). On constate la même homogénéité pour les cotations. Dans MP, les écarts sont encore plus faibles.

b. Etude qualitative.

* Certaines formulations qui apparaissent essentiellement dans L+ font explicitement apparaître ce qui est recherché dans l'étude des démonstrations :

- Fonction de repérage et d'apprentissage de méthodes :

Plusieurs réponses (n° 6, 8, 17, 38 dans L+, n° 84 dans L-) associent l'item *Démonstrations* aux méthodes, techniques, astuces ou raisonnements classiques qu'il faut « savoir réutiliser dans un contexte différent » (n°6), qui sont repérés comme classiques parce qu'« on les retrouve dans certains exercices » (n°38). Pour n° 29, les exercices de TD retenus sont ceux dont « les méthodes de résolution reprennent celles du cours ».

- Fonction d'aide à l'apprentissage (compréhension et mémorisation) du cours :

n°34 différencie les démonstrations plaçant à un niveau inférieur d'utilité [2] les démonstrations « trop compliquées qui ne permettent pas de comprendre le théorème ».

n° 26 s'appuie sur les démonstrations pour y repérer « les rappels [4] des définitions de base » qui sont donnés dans le but d'aider à comprendre la démonstration.

n° 31 voit dans les démonstrations « des moyens pour retrouver les principaux résultats et théorèmes du cours ».

La réponse n°64 déjà citée exprime un point de vue voisin lorsqu'il caractérise les théorèmes qui revêtent une importance particulière et sont pour cela cotés [4] ; l'un des critères de sélection est le suivant : « la démonstration n'est pas triviale et nécessite l'emploi de plusieurs propositions précédemment vues ».

Comme nous l'avions supposé dans nos analyses a priori des items, il semble que le terme *Démonstrations* soit plutôt utilisé en référence à des théorèmes du cours et que l'étude et la connaissance des démonstrations soient pour certains étudiants finalisés par l'assimilation et la mémorisation des résultats du cours. L'examen des réponses a cependant mis en évidence qu'elles peuvent également donner lieu à un travail dirigé vers la résolution de problèmes et l'élaboration de connaissances sur le fonctionnement mathématique, fonction envisagée dans la section A.II.3. mais supposée a priori plus rare que la fonction d'apprentissage du cours. Notre enquête ne permettra pas de savoir dans quelle mesure elles sont l'une et l'autre présentes chez les étudiants qui mentionnent cet item.

* Les critères de différenciation conduisant à l'attribution de plusieurs niveaux d'utilité sont les suivants :

- **Le niveau de difficulté** : pour quatre étudiants également répartis entre L+ et L-, les démonstrations sont plutôt inutiles ou superflues si elles sont difficiles :

n° 34 : « *Démonstrations* [2] si elles sont trop compliquées et ne permettent pas la compréhension du théorème, *Démonstrations* [3] sinon. »

n° 38⁵⁸ : « *Démonstrations* [3] utilisant un raisonnement classique (ie qu'on retrouve dans certains exercices). *Démonstrations* [2] longues où le raisonnement est dur à suivre. »

n° 70 : « *Démonstrations* [3] comprises des théorèmes du cours. *Démonstrations* non comprises des théorèmes du cours [2] ou [1]. »

n° 78 : « *Démonstrations* [3] de théorèmes et propositions, *Démonstrations* [1] pour les démonstrations trop difficiles. »

- **La qualité mathématique** : (n° 41⁵⁹) les démonstrations sont indispensables si elles sont « détaillées et complètes » ou si on a « la référence à la démonstration dans un livre » ; par contre, les démonstrations du genre « on voit bien que » sont superflues.

- Pour un étudiant (n° 35), l'utilité dépend de l'UV ([3] en géométrie, [4] en Analyse de Fourier et Espace de Hilbert), pour un autre (n° 59) **du type d'examen**. Enfin, un élève de Spéciales MP juge superflues les démonstrations **hors programme**.

Comme pour l'item *Théorèmes*, nous rapprocherons des 10 étudiants attribuant ainsi plusieurs niveaux dans leur réponse les 9 réponses qui manifestent une certaine sélection de l'ensemble des démonstrations envisagées : « *démonstrations* clé aux méthodes particulières », démonstrations « des théorèmes principaux », « *démonstrations* classiques de théorèmes », « certaines *démonstrations* ». Relevons

⁵⁸ Cet étudiant a eu la licence en un an en Juin sans mention, il n'a pas été élève de Prépa ; à la fin de la première année de préparation du Capes, il sera reçu. L'attitude visant à ne pas s'attacher aux démonstrations difficiles n'est donc pas réservée à des étudiants peu performants.

⁵⁹ n° 41 : « Exemples d'Applications d'un théorème pour le retenir [4]. Se faire corriger par un prof, quand on dit une bêtise et quand le prof vous dit pourquoi c'est une bêtise [3]. Exercices types à savoir faire [4] (ex : diagonalisation d'une matrice). Contre-exemples [4] (ex : fonction continue non dérivable). Exercices proposés, non corrigés et jamais corrigés dans l'année [2]. Applications numériques immédiates d'un théorème [4]. Démonstrations détaillées et complètes ou la référence à la démonstration dans un livre [4]. Les Démonstrations graphiques, du genre " on voit bien " [1]. »

Cet étudiant prépare le Capes après avoir préparé sans succès l'Agrégation. Titulaire d'une maîtrise, il a eu la licence en un an en Juin avec mention Passable, sans passer par une classe Prépa. Il sera reçu au Capes à la fin de l'année.

enfin deux réponses consistant à attribuer le niveau [3] au fait de connaître des « idées » ou « éléments » de démonstrations.

* Si les étudiants préparant le Capes mentionnent plus souvent l'item *Démonstrations* que les élèves de Spéciales MP, nous venons d'entrevoir que cet intérêt peut être différencié. Terminons en citant deux réponses qui ont tenu à exprimer une position réticente ou négative :

n° 85 : « Apprendre les *démonstrations* du cours [2 = plutôt inutile] (jusqu'à maintenant) ».

n° 54⁶⁰ : « Jamais de *démonstrations* ».

2. Exemples (63, 65).

a. Etude quantitative.

63 étudiants mentionnent l'item *Exemples*. Deux d'entre eux appartenant à L+ fournissent des réponses multiples.

Dans le tableau ci-dessous, les colonnes 2 à 5 concernent des occurrences, la dernière donne la proportion des étudiants faisant référence à l'item *Exemples* rapportée aux réponses effectives.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|---|----|----|---|-------|-----------|
| L+ | 3 | 12 | 5 | 1 | 21 | 0,486 |
| Lo | 0 | 5 | 0 | 1 | 6 | 0,316 |
| L- | 1 | 10 | 2 | 0 | 13 | 0,302 |
| MP+ | 0 | 3 | 2 | 0 | 5 | 0,238 |
| MPo | 1 | 8 | 2 | 0 | 11 | 0,55 |
| MP- | 0 | 8 | 1 | 0 | 9 | 0,391 |
| L | 4 | 28 | 7 | 2 | 40 | 0,374 |
| MP | 1 | 19 | 5 | 0 | 25 | 0,391 |
| Tous | 5 | 47 | 12 | 2 | 65 | 0,380 |

Les deux groupes citent cet item dans des proportions comparables, il n'y a pas de différence notable dans la répartition des niveaux d'utilité (proportion identique de niveau [4] ou [3] au regard des occurrences : 80 %).

Dans L, un peu plus de la moitié des étudiants de L+ mentionne *Exemples*, proportion significativement supérieure à celle des deux autres sous-groupes ; dans MP, on observe un phénomène inverse : $L+ > Lo \cup L-$; $MP+ < MPo \cup MP-$.

⁶⁰ n° 54 : « Théorèmes [4]. Difficultés [3] soulevées par des exercices cherchés. Images [3] ou Schémas se rapportant au cours (ex : en topologie, visualisation des voisinages). Anecdotes [1] mathématiques rapportées par certains professeurs. (ex : Galois en algèbre). Des Idées générales sur les notions abordées par la matière. Des Formules [4] et les procédés de leur mémorisation. L'emplacement [3] des différentes parties du programme dans mon cours. Jamais de *Démonstrations* [1]. »

Cette étudiante a eu la licence en un an, en Septembre sans mention ; elle a fait un an de Prépa. Pendant l'année de préparation au Capes, elle a manifesté un fort investissement dans le travail de réflexion sur les mathématiques et une grande curiosité (beaucoup de recherche personnelle bibliographique). Non admissible à la fin de cette première année, elle l'a été l'année suivante alors qu'elle avait assuré des remplacements comme vacataire. Elle n'a pas été reçue. L'attitude totalement négative à l'égard de l'étude des démonstrations se rencontre donc ici chez une étudiante de niveau relativement convenable qui manifeste dans le choix des items cotés une certaine originalité et une tendance réflexive.

L'écart au niveau de la fréquence d'apparition est significatif au seuil de 8 % ($t = 1,791$) entre L+ et le reste de L, au seuil de 9 % ($t = 1,747$) entre MP+ et le reste de MP. Dans MP, ceci est essentiellement dû au comportement de MPo qui cite *Exemples* avec la plus forte fréquence (MP+ < MPo au seuil de 5 %, $t = 2,046$).

Dans L, la proportion des niveaux [4] et [3] rapportée aux occurrences est moins élevée dans L+ que dans les autres sous-groupes ; cependant si on rapporte aux réponses, ces niveaux sont plus présents dans L+ que dans le reste de L (37,8 % pour 25,8 %, écart non significatif). La faiblesse des effectifs dans MP ne permet aucun test.

b. Etude qualitative.

4 étudiants utilisent la notion d'exemples à propos des applications des théorèmes du cours :

n°14 : « Exemples de cas particuliers [2], d'applications directes d'un théorème [3] de méthodes générales [4] »

n° 18 : « Exemples et Contre-exemples types illustrant les propriétés [3] »

n° 36 : « Exemples types et Contre-exemples pour avoir une idée de l'application de l'énoncé (en rapport avec les exemples) [4] »

n° 41 « Exemples d'application d'un théorème pour le retenir [4] »

7 réponses moins explicites parlent seulement d'exemples d'application (n° 19 et 20 dans L+, 119 dans MP+, 158 dans MP-), d'exemples se rapportant au cours (n° 72 dans L- et 110 dans MP+), d'exemples utiles à la compréhension (n° 140 MPo).

7 étudiants (1 dans L-, 6 dans MP) font référence aux exemples vus en cours.

Seuls deux étudiants font un emploi explicitement différent du terme exemples en mentionnant des Exemples de cas particuliers, de méthodes générales (n° 14 plus haut) et enfin d'exercices (n°56).

Il semblerait donc que, conformément à nos analyses a priori, l'item *Exemples* renvoie plutôt aux illustrations des énoncés, particulièrement à celles qui, conformément à la structure usuelle du texte du savoir mathématique sont données par l'enseignant.

Nous terminerons en citant une des deux réponses multiples, elle insiste sur la nécessité d'effectuer une sélection parmi tous les exemples possibles :

n° 37⁶¹ : « *Exemples* (peu mais bien ciblés) [3]. Trop d'*exemples* sur des applications simples [1]. »

Cette idée apparaît sous des formes plus ou moins précises chez d'autres étudiants à travers les expressions Exemples types, classiques, caractéristiques (n° 18, 36, 56, 64, 119, 155, 160) ou Exemples parlants (n° 76). A contrario, une réponse fait référence aux « Exemples simples » (n° 44). De même que nous avons vu certains étudiants s'intéresser avant tout aux démonstrations « non triviales » (n°64) quand d'autres rejettent les démonstrations « longues où le raisonnement est dur à suivre » (n°38), nous apercevons ici deux penchants distincts, vers le significatif ou vers le simple ; nous retrouverons ces mêmes tendances à propos des applications (directes ou fondamentales) et des exercices (simples ou classiques).

⁶¹ n° 37 : « Hypothèses des théorèmes (ainsi que leurs résultats) [4]. Définitions [4]. Utilisation d'un outil dans différents contextes [3]. Exemples [3] (peu mais bien ciblés). Trop d'exemples sur des applications simples [1]. »

Cette étudiante a effectué deux ans de classes préparatoires et eu sa licence en un an en Juin sans mention ; préparant pour la première fois le Capes quand elle répond au questionnaire, elle sera admissible à la fin de l'année mais échouera à l'oral ; l'année suivante, elle sera reçue.

3. Contre-exemples (15,15).

14 étudiants font référence aux contre-exemples, un autre (n° 64) parle d'exemples pathologiques ; 15 occurrences de l'item *Contre-exemples* sont donc comptabilisées, aucune n'est multiple. Le tableau qui suit donne donc des nombres d'étudiants dans les premières colonnes et dans la dernière la proportion d'étudiants ayant cité l'item étudié par rapport aux réponses.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|---|---|---|---|-------|-----------|
| L+ | 2 | 4 | 1 | 0 | 7 | 0,189 |
| Lo | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0,158 |
| L- | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0,093 |
| MP+ | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,048 |
| Mpo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MP- | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 4 | 7 | 3 | 0 | 14 | 0,141 |
| MP | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,016 |
| Tous | 4 | 8 | 3 | 0 | 15 | 1 |

A une exception près, les élèves de Spéciales ne mentionnent pas la notion de contre-exemples. Les étudiants préparant le Capes sont un peu plus nombreux à le faire, dans des proportions qui croissent du simple au double de L- à L+ mais les effectifs concernés restent faibles et la comparaison non significative.

9 des 14 étudiants de L concernés citent à la fois *Exemples* et *Contre-exemples*, toujours au même niveau d'utilité. Pour deux d'entre eux, il s'agit d'illustrer les propriétés vues en cours.

4. Applications (27,27).

a. Etude quantitative.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|---|----|---|---|-------|-----------|
| L+ | 3 | 4 | 1 | 1 | 9 | 0,243 |
| Lo | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0,158 |
| L- | 1 | 4 | 2 | 0 | 7 | 0,163 |
| MP+ | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0,095 |
| MPo | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0,15 |
| MP- | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0,130 |
| L | 4 | 11 | 3 | 1 | 19 | 0,192 |
| MP | 3 | 5 | 0 | 0 | 8 | 0,125 |
| Tous | 7 | 16 | 3 | 1 | 27 | 0,166 |

27 étudiants font référence à la notion d'application, parfois dans des expressions de la forme Exemples d'application qui ont été prises en compte pour les deux items *Exemples* et *Applications*. Un étudiant mentionne deux fois l'item considéré : « Exemples d'application d'un théorème pour le retenir [4], Applications numériques immédiates d'un théorème [4]. » (n° 41 L+) ; il n'a été compté qu'une seule fois selon le principe utilisé jusqu'ici puisqu'il attribue aux deux occurrences le même niveau d'utilité. Il n'y a donc pas de réponses multiples. La dernière colonne du tableau ci-

dessus donne la proportion des étudiants ayant cité le mot Applications parmi les étudiants ayant répondu.

L'item *Applications* est un peu plus cité dans L que dans MP, dans L+ que dans les deux autres sous-groupes de L (voir les deux items précédents), un peu moins dans MP+ que dans MPo et MP- mais les écarts ne sont pas significatifs. C'est dans L+ que cet item apparaît le plus et dans MP+ qu'il apparaît le moins, comme pour l'item *Exemples*.

b. Etude qualitative.

On retrouve ici les principaux éléments de l'analyse développée à propos de l'item *Exemples*. Ainsi les applications considérées peuvent être spécifiées par les qualificatifs simples (2 fois), directes (5 fois), classiques ou fondamentales (3 fois). Elles sont pour certains étroitement liées aux théorèmes (5 fois) qu'elles peuvent aider à mémoriser (2 fois). Par contre, on peut noter qu'elles sont peut-être moins que les exemples fournies par l'enseignant dans le texte du cours magistral ; en effet, si 3 réponses font mention des « applications se trouvant dans le cours », 4 autres renvoient aux exercices avec des variations allant des exercices d'applications directes ou classiques dont on peut imaginer qu'ils sont éventuellement vus dans le cadre du cours aux applications dans le cadre d'un problème. Peut-être cette moindre inscription dans le texte institué explique-t-elle que les applications soient dans tous les cas moins citées que les exemples, elles sont moins considérées comme des connaissances à mémoriser.

Un étudiant (n° 106) fait un usage tout à fait différent du terme étudié en envisageant les applications du domaine étudié.

5. Structure du cours (23, 26).

Nous avons intégré dans cet item unique différents termes marquant une certaine prise de recul par rapport à l'ensemble du texte du cours ; il nous semble pouvoir y distinguer trois nuances :

- **termes référant au plan du cours** : Plan (5), Agencement, Architecture, Nom des différents chapitres, Organisation, Schéma d'un chapitre, Structure générale du cours (chaque expression apparaît une fois).

11 étudiants sont concernés (n°s 11, 15, 18, 26 dans L+, n°s 65, 71, 87, 88, 89, 96, 106 dans L-), 9 d'entre eux situent l'item considéré au niveau [2], les autres à un niveau supérieur.

- **termes exprimant une recherche de liaisons entre différents éléments** : Lien (6), Enchaînement (2).

Les 8 réponses se répartissent comme suit : n°s 26, 31 dans L+, n°s 64, 108 dans L-, n°s 144 dans MPo et n°s 165, 166, 172 dans MP- .

Tous les élèves de MP considérés font mention « des liens entre les chapitres » et même dans un cas « des liens entre les différentes parties des maths » ; ils attribuent à cet item un niveau [3] ou [4]. Deux étudiants de L parlent de liens « entre les différentes propriétés » (L+, [1]), « entre les différentes questions » (L-, [3]). Les deux emplois du mot Enchaînement concernent « l'enchaînement, la progression des idées du cours » (L+, [3] ; L-, [1]).

- **termes exprimant une prise de recul à un niveau général** : Problématique générale, Vision globale, Idées générales, Cadre général, Grandes lignes, chacune de ces expressions apparaissant une seule fois.

5 étudiants sont concernés (n° 9 et 29 dans L+, n° 49, 60 dans Lo et n° 115 dans MP+), quatre fois aux niveaux [3] ou [4], une au niveau [2].

Le tableau suivant donne le nombre d'occurrences des différents niveaux d'utilité pour l'item *Structure du cours* :

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total |
|------|---|---|---|---|-------|
| L+ | 3 | 2 | 3 | 1 | 9 |
| Lo | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| L- | 2 | 2 | 5 | 1 | 10 |
| MP+ | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| MPo | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| MP- | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| L | 5 | 5 | 9 | 2 | 21 |
| MP | 2 | 3 | 0 | 0 | 5 |
| Tous | 7 | 7 | 9 | 2 | 26 |

3 réponses dans L sont multiples. Ce sont en fait 18 étudiants dans L et 5 dans MP qui sont ici concernés ce qui, rapporté à l'ensemble des réponses, donne une fréquence de 0,182 pour L et de 0,078 pour MP, soit une différence significative au seuil de 7 % ($t = 1,857$) : $L > MP$.

Dans L, les deux sous-groupes L+ et L- mentionnent dans des proportions très voisines l'un ou l'autre des termes rassemblés dans l'item *Structure du cours*.

Cet item témoigne de la diversité des éléments abordés dans le groupe L, il en est de même de ceux qui sont abordés dans l'annexe II (*Hypothèses, Rappels, Prolongements, Liens avec d'autres secteurs, Remarques, Figures*) qui contribuent à ce que le nombre moyen d'items y soit plus élevé que dans MP. Ce n'est pas le cas des items auxquels nous allons consacrer l'étude dans la partie suivante.

C.IV. Groupe 3 : Items concernant les savoirs sur le fonctionnement mathématique.

1. Méthodes (63, 67).

Sont regroupés dans l'item *Méthodes* les termes suivants : méthodes (60 fois), techniques (5), raisonnements (1), méthodologie (1).

a. Etude quantitative.

63 étudiants mentionnent l'item *Méthodes* dont 3 avec plusieurs niveaux d'utilité (n°s 84, 92, 119). Ce qui donne un total de 67 occurrences.

Les trois tableaux donnés ci-après sont analogues à ceux que nous avons rencontrés dans les parties précédentes. La quatrième ligne du premier donne donc le nombre d'étudiants ayant mentionné l'item étudié, les deux autres tableaux concernent la répartition des occurrences par niveaux :

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Non-r. | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 | 2 | 11 |
| Réponses | 37 | 19 | 43 | 21 | 20 | 23 | 99 | 64 | 163 |
| Méthodes | 12 | 8 | 12 | 11 | 9 | 11 | 32 | 31 | 63 |
| Fréquence | 0,324 | 0,421 | 0,279 | 0,524 | 0,45 | 0,478 | 0,323 | 0,484 | 0,387 |

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|------|----|----|---|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 7 | 5 | 0 | 0 | 12 | L+ | 0,583 | 0,417 | 0 | 0 | 0,179 |
| Lo | 4 | 3 | 0 | 1 | 8 | Lo | 0,5 | 0,375 | 0 | 0,125 | 0,119 |
| L- | 3 | 8 | 4 | 0 | 15 | L- | 0,2 | 0,533 | 0,267 | 0 | 0,224 |
| MP+ | 7 | 4 | 1 | 0 | 12 | MP+ | 0,583 | 0,333 | 0,083 | 0 | 0,179 |
| MPo | 7 | 2 | 0 | 0 | 9 | MPo | 0,778 | 0,222 | 0 | 0 | 0,134 |
| MP- | 6 | 5 | 0 | 0 | 11 | MP- | 0,545 | 0,455 | 0 | 0 | 0,164 |
| L | 14 | 16 | 4 | 1 | 35 | L | 0,4 | 0,457 | 0,114 | 0,029 | 0,522 |
| MP | 20 | 11 | 1 | 0 | 32 | MP | 0,625 | 0,344 | 0,031 | 0 | 0,478 |
| Tous | 34 | 27 | 5 | 1 | 67 | Tous | 0,507 | 0,403 | 0,075 | 0,015 | 1 |

Eléments de comparaison

Les proportions d'étudiants mentionnant l'item *Méthodes* par rapport à la population des étudiants ayant répondu dans L et dans MP sont significativement différentes :

L < MP. Donc, malgré un nombre moyen d'items cités inférieur à celui de L, le groupe des élèves de Spéciales MP cite plus les termes étudiés ici que les étudiants préparant le Capes.

La comparaison de la fréquence du niveau [4] d'utilité rapportée à l'ensemble des occurrences confirme le résultat précédent : dans MP, la proportion de niveau [4] est nettement supérieure à celle de niveau [3], c'est l'inverse dans L où ces deux proportions prennent des valeurs voisines ; **les élèves de MP considèrent plus souvent la connaissance de méthodes comme indispensables que ceux de L.**

Concernant la fréquence d'apparition, il n'y a pas d'écart significatif entre les sous-groupes de niveau. Notons néanmoins que MP+ est de tous celui qui cite le plus cet item (plus de 50 %) et L- celui qui cite le moins (28 %).

Pour le niveau d'utilité, MP+ et MP- ont un comportement comparable ; en revanche on observe une différence marquante entre L+ et Lo d'une part et L- d'autre part, les premiers attribuant plus souvent le niveau [4] que les seconds : **L- < L+ ∪ Lo (Lo < L+).**

Pour le nombre de citations, la différence entre L et MP est significative au seuil de 4 % ($t = 2,063$), pour les citations au niveau [4] au seuil de 7 % ($t = 1,840$) : **L < MP.**

Concernant le niveau d'utilité, on remarque que MPo se différencie de MP+ et MP- en attribuant plus souvent le niveau [4], cependant la proportion d'élèves mentionnant *Méthodes* y est la plus faible des trois sous-groupes de MP. Dans L, la différence entre L+ et Lo d'une part et L- d'autre part est significative au seuil de 4 % (mais la taille de l'effectif total concerné -35 occurrences- relativise beaucoup la valeur du test).

Remarquons enfin que les anciens élèves de classes préparatoires présents dans L+ citent moins les méthodes que le sous-groupe dans son ensemble (5 étudiants sur 18 réponses soit 27,7 %) ; par contre sur les 5, 4 les considèrent comme indispensables. Ceci va dans le sens de nos hypothèses concernant le poids de l'institution sur le travail des étudiants.

b. Etude qualitative

* Etudiants attribuant plusieurs niveaux d'utilité aux méthodes.

Dans la réponse n° 84⁶² (L-), le terme *méthodes* est d'abord mentionné dans une expression qui spécifie la notion de Démonstrations clé : « Démonstrations clé aux *méthodes* particulières [4] » puis il est repris en référence au goût de l'enseignant : « Les *méthodes* de résolution et le style de correction d'exercices préférés par le prof [3] (voire [2] selon). »

Pour le n° 92⁶³ (L-), l'étudiant a distingué le cas des exercices de celui des problèmes en lien avec d'autres UV ; *méthodes* est situé au niveau [3] dans le premier cas, [2] dans le second, les exercices de TD sont de même cotés respectivement [3] puis [2]. Cette réponse laisse entrevoir une possible différence d'attitude dans la façon de travailler selon qu'il s'agisse d'un examen universitaire lié à une unité de formation particulière ou d'un concours portant sur un programme transversal ; notons qu'il s'agirait de minorer l'importance accordée aux méthodes dans le second cas, ce qui va à l'encontre de nos analyses sur les connaissances en jeu dans les problèmes du Capes (on peut penser que la notion de méthodes renvoie ici à des types de problèmes spécialisés).

Enfin, un élève de Spéciales (n° 119 MP+) différencie la cotation suivant qu'il s'agisse de « *méthodes* théoriques [3] ou de *méthodes* calculatoires [4] ».

* Où s'apprennent les méthodes ?

5 étudiants préparant le Capes (n°s 6, 8, 38, 71 et 84) associent *méthodes* et démonstrations (cf B.IV.1.b) : « *techniques* de démonstrations », « démonstrations clé aux *méthodes* particulières [4] », « démonstrations utilisant un *raisonnement* classique (ie qu'on retrouve dans certains exercices) [3] ». La dialectique démonstrations-exercices exprimée dans la dernière citation (n° 38) se retrouve dans la réponse 29 pour définir ce que sont « les principaux exercices vus en TD », considérés comme indispensables, ce sont ceux « dont les *méthodes* de résolution reprennent celles du cours ».

La liaison **démonstrations-méthodes** apparaît donc quelques fois, toujours chez des étudiants de la population L. Mais l'idée de méthodes est plus largement associée à celle d'exercices puisqu'on trouve 19 fois (14 dans L, 5 dans MP) l'expression **méthodes de résolution d'exercices** (parfois de problèmes) ; la formulation « méthodes de résolution » moins explicite est utilisée 9 fois (4 dans L, 5 dans MP). Les méthodes s'apprendraient plus dans la résolution d'exercices, en TD que dans l'étude des démonstrations. Dans cette perspective, on peut repérer dans certaines réponses une interaction plus précise entre **méthodes** et **exercices types ou classiques** (7 fois dans L) : « **Exercices types c'est-à-dire méthodes enseignées** [4] » (n° 20), « *Techniques* de résolution d'exercices classiques [4] » (n° 96). Nous nous pencherons plus loin

⁶² N° 84 : « Taux de réussite des autres années et de passage à l'oral [2]. Annales [3] (exercices fréquemment tombés). Bases de Deug [3] (comme DL et dérivées). Démonstrations clé aux méthodes particulières [4]. Les exercices traités en TD [4]. Théorèmes [3]. Quelques exemples et contre-exemples [3]. Les méthodes de résolution et le style de correction d'exercices préférés par le prof [3] (voire [2] selon). » Cette étudiante a eu la licence en 2 ans sans mention, n'est pas passée par une Prépa ; préparant pour la première fois le Capes, elle sera admissible en fin d'année mais sera collée à l'oral. Elle n'a pas redoublé.

⁶³ Cette étudiante a eu la licence en deux ans avec mention passable, sans passer en prépa ; elle ne sera pas admissible en fin d'année ni l'année suivante.

(C.IV.3.) sur les occurrences de l'idée d'exercices types considérée comme un prolongement contextualisé des notions de méthodes ou de techniques.

*** Que recouvrent les termes méthodes, techniques ?**

Les formulations utilisées, souvent laconiques, ne permettent pas de savoir avec précision ce que veulent dire les étudiants.

Pour certains d'entre eux, l'usage des mots en question est restrictif et renvoie essentiellement à des méthodes algorithmisées : « *Techniques* de calcul [4] » (n°s 135, 137), « *Techniques* de manipulation (analyse) [4] » (n° 159), « *Méthodes* de recherche classique (ex : recherche de vecteurs propres, inversion de matrices, étude de fonctions, séries...) [1] » (n° 59). Comme nous l'avons vu, d'autres étudiants associent méthodes et démonstrations ou résolution d'exercices, ceux-ci font vraisemblablement un usage plus large des termes considérés ici (voir par ex n°119 : « *Méthodes* de résolution d'exercices : [3] si théoriques, [4] si calculatoires »).

2. Astuces (19,20).

L'item *Astuces* est cité deux fois dans une même réponse avec des cotations différentes (n° 124 MP+) ; le tableau ci-dessous donne donc des nombres d'occurrences mais, comme cela a déjà été le cas pour les items faiblement cités, la dernière colonne contient la proportion d'étudiants mentionnant l'item étudié au regard de l'effectif des réponses :

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|---|----|---|---|-------|-----------|
| L+ | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0,108 |
| Lo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L- | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0,070 |
| MP+ | 3 | 5 | 1 | 0 | 9 | 0,381 |
| MPo | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,05 |
| MP- | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0,130 |
| L | 2 | 4 | 1 | 0 | 7 | 0,071 |
| MP | 3 | 9 | 1 | 0 | 13 | 0,187 |
| Tous | 5 | 13 | 2 | 0 | 20 | 0,117 |

Éléments de comparaison

La proportion d'étudiants citant l'item *Astuces* dans L ($7/99 = 0,071$) est significativement différente de celle de MP ($12/64 = 0,187$) au seuil de 3% ($t = 2,269$) : **L < MP.**

Il en est de même au seuil de 6 % ($t = 1,916$) si l'on compare MP+ à MP- (avec les restrictions inhérentes à la taille de la population concernée)⁶⁴ : **MP+ > MP-** ; L+ cite également plus que L- l'item *Astuces* mais l'écart est plus faible ; entre la réunion des deux sous-groupes L+ et MP+ et la réunion de L- et MP-, l'écart est significatif au seuil de 7% ($t = 1,829$) : **L+ ∪ MP+ > L- ∪ MP-**. Notons que 38 % des élèves de MP+ considèrent les astuces comme indispensables ou souvent utiles. Enfin, il est intéressant de signaler que parmi les 4 étudiants de L+ citant les astuces, un seul est passé par une classe préparatoire.

⁶⁴ La comparaison de MP+ et du reste de MP est impossible car pour MP+, np est inférieur à 5.

L'item *Astuces* est donc plus souvent cité par les élèves de Spéciales MP que par les étudiants préparant le Capes et par les sous-groupes « forts » que par les « faibles ».

Quel sens est donné au terme *Astuces* ?

Il est 4 fois associé à la notion de calcul (n° 32, 42 dans L, n° 130, 161 dans MP) ; un étudiant précise notamment : « *Astuces* à connaître pour résoudre un problème en évitant de trop lourds calculs » (n° 32).

6 étudiants lient astuces et résolution d'exercices ou TD (n°s 17, 27, 32, 105 et 107 dans L, n° 127 dans MP) : « *Astuces* vues dans les démonstrations de théorèmes ou dans les exercices de TD pour la résolution de problèmes **précis, particuliers** [4] » (n° 17) ; « *Astuces* permettant de résoudre **certains cas** [3] » (n° 105) ; « *Astuces* vues en TD pour une résolution plus rapide [3] » (n° 107) ; « *Astuces* de quelques exercices (souvent du cours) [3] » (n° 127).

Deux connotations du terme *Astuces* semblent émerger de ces quelques citations : d'une part, une astuce est reconnue parce qu'elle fait la preuve de son **efficacité** (résolution moins longue) **au regard de ce qu'a pu trouver l'étudiant lui-même** ; d'autre part, *Astuces* renvoie à des façons de faire ressenties⁶⁵ comme de **portée plus réduite** (soit dans l'étendue des cas d'applications, soit dans la portée au sein de la démonstration) **que ne le sont les Méthodes et Techniques** mais néanmoins **perçues comme importantes à connaître** (18 niveaux [3] ou [4] sur 20 occurrences)⁶⁶. Cet item peut donc être considéré comme renvoyant à une catégorie de connaissances sur le fonctionnement mathématique que nous avons évoquée dans la section A.II.1. comme des connaissances occupant à un moment donné une position isolée, en attente d'un éventuel réinvestissement. Cette notion nous paraît essentielle dans une perspective d'apprentissage autonome : elle confère une place à des connaissances non reconnues par l'institution.

3. Exercices types.

Nous allons nous intéresser ici aux apparitions des expressions Exercices types, typiques, classiques, standard, de base. Comme nous avons pu déjà le voir certains étudiants ont utilisé l'une ou l'autre en liaison avec les items *Méthodes* ou *Techniques*, ces réponses ont été à nouveau prise en compte dans le dénombrement donné dans le tableau ci-dessous qui ne comporte aucune réponse multiple :

⁶⁵ Le fait qu'une méthode soit considérée lors de la première rencontre comme une astuce peut renvoyer à une analyse insuffisante des raisons théoriques de l'efficacité, le statut d'astuce ouvre la voie à des réemplois ultérieurs par l'étudiant et à une évolution de la compréhension.

⁶⁶ Cette dernière interprétation n'est pas sans évoquer l'item *Cas particuliers* qui apparaît 5 fois, uniquement dans L (n° 14, 23, 58, 82, 100). Or par 3 fois, cet item est considéré comme souvent inutile, alors que les mêmes réponses attribuent aux *Méthodes* ou *Exercices types* un niveau [3] ou [4]. Les items *Astuces* et *Cas Particuliers* ne semblent pas identiquement connotés, le premier étant plutôt positif, le second plutôt négatif. Pour les deux apparitions cotées au niveau [3], l'une identifie *Cas particuliers* et *Exercices* (n° 23), l'autre est située dans un texte particulier « En géométrie : faire des figures [4], étude de *Cas Particuliers* [3] » (n° 100), on ne peut exclure que l'étudiant fasse ici référence aux divers cas particuliers qu'il peut être nécessaire d'envisager dans une démonstration de géométrie.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | Fréquence |
|------|----|----|---|---|-------|-----------|
| L+ | 3 | 4 | 0 | 0 | 7 | 0,189 |
| Lo | 1 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0,263 |
| L- | 5 | 3 | 0 | 0 | 8 | 0,186 |
| MP+ | 1 | 7 | 0 | 0 | 8 | 0,381 |
| MPo | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,1 |
| MP- | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0,130 |
| L | 9 | 11 | 0 | 0 | 20 | 0,202 |
| MP | 4 | 9 | 0 | 0 | 13 | 0,203 |
| Tous | 13 | 20 | 0 | 0 | 33 | 0,202 |

La dernière colonne donne la proportion rapportée au nombre de réponses.

Eléments de comparaison

Les expressions considérées sont citées dans des proportions très voisines dans les deux institutions L et MP d'une part, dans L+ et L- d'autre part. L'écart entre Lo et le reste de L n'est pas significatif. En revanche, le groupe MP+ cite significativement plus l'item étudié que MP- ; dans les limites dues à la taille de l'effectif concerné, l'écart est significatif au seuil de 6 % ($t = 1,916$). Rappelons que c'était déjà le cas pour *Astuces*.

Comparaison avec les items *Méthodes et Astuces*.

Pour L comme pour chacun de ses sous-groupes de niveau, les étudiants font plus souvent mention des *Méthodes* que des *Exercices types*, ceux-ci étant plus présents que les *Astuces* (particulièrement dans Lo et L-). Sur 20 réponses citant les *Exercices types*, l'item *Méthodes* apparaît seulement 3 fois de manière dissociée, les *Astuces* une seule fois. Rappelons que 7 étudiants associent dans une même expression méthodes et exercices types ou exercices classiques.

En Spéciales MP, les *Méthodes* apparaissent plus fréquemment que les deux autres items qui figurent dans des proportions quasi identiques mais il y plus souvent présence simultanée avec des cotations dissociées que dans L et ce notamment dans MP+ : sur 13 réponses comportant l'idée d'*Exercices types* dans MP, 6 mentionnent les *Méthodes* ; **dans MP+, sur les 8 élèves citant les *Exercices-types*, 4 mentionnent les *Méthodes* et 6 les *Astuces*** (ce qui n'est le cas d'aucun élève dans le reste du groupe MP).

Il apparaît donc que pour certains étudiants particulièrement représentés dans la population MP+ les trois items étudiés dans cette partie occupent des places spécifiques qui justifient de les distinguer. En revanche, et c'est un phénomène que l'on trouve plus dans L que dans MP, la référence à des *Exercices types* semble parfois se substituer à la connaissance de méthodes.

Comparaison avec l'item *Exemples*.

Nous venons de mettre en relation les résultats obtenus pour les items du groupe 3, considérés comme évoquant des connaissances sur le fonctionnement mathématique plutôt orientées vers la résolution de problèmes ; prolongeons ces comparaisons en revenant à un élément du groupe 2, l'item *Exemples*. Exemples et exercices types ont en commun d'évoquer des connaissances non décontextualisées, sont-ils également

présents ? La réponse à cette question nous intéresse particulièrement puisque nous avons considéré dans notre analyse a priori que les items des groupes 2 et 3 ne sont pas d'égal intérêt dans la perspective d'épreuves de type Capes (cf .C.I.2.)

Notons pour commencer que les *Exemples* sont plus cités que les *Méthodes* dans L ainsi que dans les sous-groupes L+ et L- ; ce classement est inversé dans MP, MP+ et MP-.

Le tableau ci-dessous rapporte au nombre de réponses effectives d'une part le nombre d'étudiants ayant mentionné l'item *Exemples* (Ligne 2) et d'autre part le nombre de ceux qui ont cité l'item *Exercices Types* (Ligne 3) :

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Exemples | 0,486 | 0,316 | 0,302 | 0,238 | 0,55 | 0,391 | 0,374 | 0,391 | 0,380 |
| Ex. types | 0,189 | 0,263 | 0,186 | 0,381 | 0,1 | 0,130 | 0,202 | 0,203 | 0,202 |

Rappelons que ces deux items ne différencient pas les populations L et MP.

Les *Exemples* sont plus cités que les *Exercices types* dans tous les cas sauf pour MP+.

Dans MP, MP+ est le sous-groupe mentionnant le moins les *Exemples* et le plus les *Exercices types* (l'écart avec MPo \cup MP- est significatif au seuil de 9 % dans le premier cas, l'écart avec MP- au seuil de 6 % dans le second).

Dans L, il n'y a pas d'écart significatif à propos des *Exercices types*, les fréquences dans L+ et L- étant même quasi identiques. Par contre, L+ mentionne plus l'item *Exemples* que le reste de L (l'écart avec Lo \cup L- est significatif au seuil de 8 %). Il faut cependant rappeler que l'écart se réduit si l'on s'intéresse seulement aux étudiants qui considèrent les *Exemples* comme indispensables ou souvent utiles.

Seuls 9 étudiants citent à la fois *Exemples* et *Exercices types* (6 au même niveau, 3 dans L+, 2 dans Lo et 1 dans MP-, les autres placent les exemples à un niveau inférieur, 1 dans L+, 1 dans L- et 1 dans MPo). On trouve 6 fois la formulation « Exemples types » qui semble participer des deux items, l'une parlant plus précisément d'«exemples types d'exercices».

Nous retiendrons que **dans les deux institutions le groupe fort se distingue en accordant un poids plus élevé que le reste de la population à un des deux items évoquant des connaissances contextualisées : *Exercices types* dans MP, *Exemples* dans L.** Pour la classe préparatoire, l'item différenciateur évoque explicitement une valeur générique et l'activité de résolution. Ce n'est pas le cas de la dénomination *Exemples* : si certains étudiants du groupe L font référence à la significativité des exemples sélectionnés (cf n° 37), d'autres semblent plutôt rechercher la simplicité ; par ailleurs, les éléments de contenus relevés étayaient l'hypothèse d'une liaison forte entre exemples et texte du cours⁶⁷ qui nous a conduit à minorer a priori l'efficacité de cette catégorie de connaissances pour les épreuves de concours, le résultat obtenu dans la population MP+ allant dans le sens de cette analyse. En revanche, l'intérêt accordé par les étudiants qui réussissent à l'université aux *Exemples* peut certainement être interprété dans le sens d'une utilité pour les examens universitaires.

⁶⁷ Ainsi mis en exergue par leur place au sein du texte officiel du savoir savant, les *Exemples* seraient plus facilement considérés comme devant être connus, ce qui peut expliquer que tous les groupes étudiés, à l'exception de MP+, citent plus cet item que les *Exercices types* et que les *Applications*.

4. Erreurs (9,9).

7 étudiants de L (4 dans L+, 2 dans Lo et 1 dans L-) ainsi qu'un élève de MP+ font référence aux erreurs qu'ils ont commises eux-mêmes ou qui ont été signalées par un enseignant :

- n° 15 (L+) : « Des *Erreurs* [2] commises dans des exercices. »
- n° 31 (L+) : « Les mises en garde concernant certaines difficultés [3]. »
- n° 35 (L+) : « Pièges à éviter [3]. *Etourderies*, *Erreurs* déjà faites [4]. »
- n° 41 (L+) : « Se faire corriger par un prof, quand on dit une *Bêtise* [3] et quand le prof vous dit pourquoi c'est une bêtise. »
- n° 54 (Lo) : « Difficultés soulevées par des exercices cherchés [3]. »
- n° 60 (Lo) : « Anecdote : j'ai déjà fait cette *Erreur* [2]. »
- n° 65 (L-) : « La "Contre performance" au tableau pendant un TD (ne pas refaire la même *Erreur* [3]). »
- n° 78 (L-) : « Remarques du professeur à propos des copies des années précédentes [3] (*Erreurs* [3] souvent commises, ...). »
- n° 114 (MP+) : « *Erreurs* [3] à éviter. »

On ne peut que constater ici le faible nombre d'apparitions de cette référence à un regard réflexif sur sa propre pratique antérieure.

5. Synthèse.

Nous avons étudié dans cette partie des items que nous considérons comme renvoyant à des savoirs relatifs aux solutions de problèmes non pris en compte par les théorèmes ou autres formes d'énoncés du savoir savant, ce que nous identifions comme des **savoirs sur le fonctionnement mathématique**. Deux de ces items, *Méthodes* et *Exercices Types*, sont porteurs d'une certaine généralité mais le premier évoque un niveau de décontextualisation plus élevé que le second. Le troisième, *Astuces*, semble évoquer des connaissances d'efficacité avérée mais plus circonscrite, du moins aux yeux des étudiants ; les astuces sont liées à des exercices précis, leur niveau de décontextualisation est probablement variable.

Notre étude fait apparaître que les items considérés différencient les deux institutions, les savoirs sur le fonctionnement mathématique étant plus présents dans MP que dans L. L'item *Méthodes* est mentionné par 32 % des étudiants de L, 48 % de ceux de MP, *Astuces* par 7 % dans L et 19 % dans MP. Dans les deux cas, l'écart est significatif au seuil de 5 %. De plus, les élèves de MP considèrent plus souvent les méthodes comme indispensables que les étudiants de L. On ne relève pas cette différence de comportement à propos des *Exercices types* qui sont cités dans 20 % des réponses dans les deux groupes.

Concernant les sous-groupes de niveau, plusieurs écarts significatifs ont été mis en évidence, ils vont tous dans le même sens : **le sous-groupe fort accorde plus d'importance à l'item considéré que le faible**. Ainsi, parmi les étudiants du groupe L mentionnant les *Méthodes*, ceux de L+ sont nettement plus nombreux que ceux de L- à lui attribuer le niveau [4]. Les *Exercices types* sont cités par 38 % des élèves de MP+, il en est de même des *Astuces*, ceci est dans les deux cas, significativement plus que dans MP- (29 % des élèves de MP+ citent deux items, ce qui n'est le cas d'aucun autre élève

de Spéciales MP et d'un seul étudiant de L). Enfin, la réunion de L+ et MP+ fait plus souvent référence aux *Astuces* que la réunion de L- et MP-.

Nous avons donc en particulier relevé donc la présence en **proportion non négligeable dans le sous-groupe MP+ d'un profil d'élèves accordant de l'importance à un couple, voire un triplé, Méthodes et/ou Exercices types, Astuces dont on peut penser qu'il leur permet de tirer au mieux parti des exercices et problèmes auxquels ils ont été confrontés.**

C.V. Groupe 4 : Items concernant l'activité mathématique des étudiants.

Dans l'étude quantitative qui suit seront regroupés dans un seul item à condition qu'ils aient fait l'objet d'une cotation du niveau d'utilité, les termes Exercices, TD, Colles, Examens, Partiels, Annales, Devoirs et Problèmes, des termes qui dans le tableau présenté en C.I.1. ont donné lieu à trois items *Exercices*, *Examens* et *Devoirs*. Le dénombrement est effectué de la façon suivante : si deux mots sont situés au même niveau d'utilité, ils sont comptés pour un, sinon ils sont comptés séparément. Ceci donne **130 occurrences pour 109 étudiants.**

Les apparitions des termes considérés comme compléments de nom ou dans des relatives spécifiant le sens attribué aux items *Méthodes*, *Techniques*, *Astuces* et *Erreurs* ne sont pas prises en compte dans ce dénombrement.

1. Etude quantitative.

109 étudiants sont concernés. Compte tenu du mode de dénombrement adopté pour constituer cet item synthétique, le nombre de réponses multiples est assez élevé : une réponse est multiple si elle attribue plusieurs niveaux au même terme ou à des termes différents du regroupement ; par contre, si elle attribue le même niveau au même terme ou à des termes différents, elle n'est pas considérée comme multiple. Dans ces conditions, le nombre total d'occurrences est de 130.

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|------|
| Non-r. | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 | 2 | 11 |
| Réponses | 37 | 19 | 43 | 21 | 20 | 23 | 99 | 64 | 163 |
| Exercices | 22 | 11 | 33 | 15 | 14 | 14 | 66 | 43 | 109 |
| Fréquence | 0,595 | 0,579 | 0,767 | 0,714 | 0,7 | 0,609 | 0,667 | 0,672 | 1 |

La troisième ligne du tableau ci-dessus donne le nombre d'étudiants ayant attribué un niveau d'utilité à l'un au moins l'un des termes cités plus haut. Les tableaux suivants ont la signification habituelle :

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total | | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|------|----|----|----|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 9 | 15 | 2 | 1 | 27 | L+ | 0,333 | 0,556 | 0,074 | 0,037 | 0,208 |
| Lo | 2 | 9 | 2 | 0 | 13 | Lo | 0,154 | 0,692 | 0,154 | 0 | 0,1 |
| L- | 17 | 19 | 6 | 1 | 43 | L- | 0,395 | 0,441 | 0,140 | 0,023 | 0,331 |
| MP+ | 2 | 9 | 4 | 1 | 16 | MP+ | 0,125 | 0,562 | 0,25 | 0,062 | 0,123 |
| MPo | 5 | 9 | 1 | 1 | 16 | MPo | 0,312 | 0,562 | 0,062 | 0,062 | 0,123 |
| MP- | 4 | 8 | 3 | 0 | 15 | MP- | 0,267 | 0,533 | 0,2 | 0 | 0,115 |
| L | 28 | 43 | 10 | 2 | 83 | L | 0,337 | 0,518 | 0,120 | 0,024 | 0,638 |
| MP | 11 | 26 | 8 | 2 | 47 | MP | 0,234 | 0,553 | 0,170 | 0,043 | 0,362 |
| Tous | 39 | 69 | 18 | 4 | 130 | Tous | 0,3 | 0,531 | 0,138 | 0,031 | 1 |

Eléments de comparaison

Les proportions d'étudiants ayant cité l'un au moins des termes retenus ici par rapport aux étudiants ayant répondu dans L et dans MP sont très voisines et correspondent aux deux tiers de l'effectif.

Dans L, l'écart entre $L+ \cup L_0$ et L- est significatif au seuil de 7% ($t = 1,864$) :

$L- > L+ \cup L_0$; la relation est dans le même ordre pour L- et L+ avec une significativité moindre ($t = 1,622$, seuil de 11%) : $L- > L+$. Pour MP, la différence entre $MP+ \cup MP_0$ et MP- n'est pas significative mais les proportions observées sont ordonnées en sens inverse.

Les proportions d'occurrences des différents niveaux par rapport au nombre total d'occurrences dans L et MP ne sont pas significativement différentes. Il en est de même entre les sous-groupes.

2. Etude qualitative.

Comme nous l'avons fait pour l'item *Théorèmes*, nous allons maintenant nous intéresser aux spécifications apportées par certains étudiants à l'item synthétique *Exercices*.

Dans les différents sous-groupes de L ainsi que dans MP+ et MP-, une proportion d'environ 30 % des étudiants⁶⁸ qui abordent cet item le font de manière totalement laconique : ils mentionnent seulement les Exercices, TD ou Exercices de TD à l'exclusion des autres termes regroupés dans l'item étudié ici ; ils n'expriment aucune sélection dans le corpus des exercices considérés ; ils n'attribuent qu'un seul niveau d'utilité à cet item. La proportion s'élève à 50 % dans MPo.

* Spécification du contenu des exercices considérés.

Nous avons étudié en C.V.3. les apparitions d'expressions restreignant le corpus envisagé aux **exercices types** (exercices typiques, classiques, standard, de base). Peuvent leur être associées deux réponses qui expriment une sélection basée sur la notion de méthodes :

n° 29 : « Les principaux *exercices* vus en TD dont les méthodes de résolution reprennent celles du cours [4] »

n° 95 : « Certains *exercices* dont les méthodes de résolution sont les mêmes (utilisation du point essentiel du cours) [2] »⁶⁹

Ces deux citations font jouer des interactions déjà rencontrées, entre repérage des méthodes et étude du cours d'une part, repérage des méthodes et repérage des exercices types d'autre part (voir III.1.b. et IV.1.b.). Pour deux autres étudiants, les exercices faits en cours sont considérés comme particulièrement intéressants puisque c'est dans ce corpus qu'on trouve les exercices types (n° 79) ou qu'on apprend les astuces (n° 127). On voit ici apparaître un **principe de sélection des exercices basé sur les liens avec le cours**. C'est une idée que nous rencontrons 5 fois sous des formes subtilement variables : « *Exercices* mettant en œuvre les points importants du cours [3] » (n° 74 L-), « *Exercices* classiques d'application du cours. [4] » (n° 138 MPo), « *Exercices* d'application directe du cours [4] » (n° 12 L+), « *Exercices* utilisant directement les notions du cours [4] » (n° 75 L-), « Retenir les théorèmes ; les théorèmes importants [4] : les apprendre et faire quelques *exercices* d'application

⁶⁸ De 26,1 % pour MP- à 29,7 % pour L+.

⁶⁹ L'intégration de ces deux réponses au dénombrement effectué en V. 3. ne modifie pas les conclusions qui ont pu être formulées.

simples [3] pour pouvoir les utiliser rapidement ou pour repérer leur domaine ou le cadre de leur utilisation plus rapidement » (n° 98 L-). Il nous semble distinguer une graduation dans ces réponses correspondant à l'apparition des expressions « application directe » puis « application simple », idée de simplicité également présente dans la réponse n° 31 : « *Exercices* simples reflétant le sujet abordé [3] ».

Si nous considérons l'ensemble des étudiants qui, depuis la notion d'exercices types jusqu'à celles d'applications simples, sélectionnent une partie des exercices, deux points de vue déjà rencontrés à propos des *Démonstrations*, *Exemples*, des *Applications* émergent de l'étude :

- **les exercices sont choisis pour « les éléments importants qu'ils introduisent »** (n° 88), apports méthodologiques, voire astuces ;
- **les exercices sont sélectionnés pour aider à la compréhension du cours et/ou à sa mémorisation** (la réponse n° 98 citée dans II.2.b. qui n'envisage les exercices que dans leur fonction d'apprentissage du cours est très explicite sur ce point, de même que la réponse n° 34 « Exercices pour permettre de comprendre le cours [3] » ; on peut interpréter dans le même sens la position dans la réponse n° 12 de l'item « Exercices d'application directe du cours » au sein des items concernant le cours alors que « Exercices et Problèmes récapitulant plusieurs notions » clôt la liste). Dans ce cas, les exercices simples peuvent être privilégiés, l'item *Exercices* se différencie alors difficilement des items *Exemples* et *Applications*.

Ces deux points de vue ne sont pas a priori exclusifs l'un de l'autre ; ainsi, nous trouvons dans la réponse n° 12 un niveau [4] pour « les exercices d'application directe du cours » et [3] pour « les exercices et problèmes récapitulant plusieurs notions ». Mais inversement certaines réponses peuvent donner à penser qu'une partie des étudiants centre le travail sur le cours et accorde aux exercices une position seconde, sinon secondaire, du moins au niveau de la mémorisation.

Examinons pour finir les occurrences des expressions Problèmes et Devoirs en temps libre que nous considérons comme introduisant une spécification portant sur le contenu du travail par comparaison avec les Exercices. Dans L, *Problèmes* apparaît deux fois dans L+, au niveau [3] (en particulier, n° 12 citée ci-dessus) et une fois dans Lo au niveau [4] (n° 60 « Exercices « j'ai mal à la tête » [2] -mais où on est content d'avoir fini-. Discussions sur des problèmes posés à l'oral [4]»); le point de vue est donc plutôt positif. Dans MP, il y a trois occurrences, deux fois au niveau [1], il s'agit alors plus précisément des corrections de problèmes ou de devoirs faits à la maison (n° 114 et 138), une fois au niveau [2] (n° 157). Le jugement est donc cette fois négatif ; chacune de ces réponses considère certains exercices ou applications directes comme souvent utiles ou indispensables.

* Spécification du dispositif institutionnel dans lequel sont rencontrés les exercices.

Les expressions TD et Exercices de TD apparaissent 26 dans L (6 fois dans L+, 3 fois dans Lo et 17 fois dans L-). Compte tenu de l'organisation du travail à l'université, on peut faire l'hypothèse que la référence aux TD est implicite dans les réponses qui n'introduisent aucune spécification. Dans MP, TD se rencontre 3 fois (1 dans MPo et 2 dans MP-) ; deux étudiants (1 dans MPo et 1 dans MP-) mentionnent en les situant au même niveau [3] les exercices faits en cours et les exercices faits en révision.

On trouve 8 fois, dans L exclusivement, une cotation d'utilité pour l'une ou l'autre des expressions Examens, Partiels ou Contrôle continu des années antérieures et Annales (2 dans Lo, 6 dans L-). Dans MP, aucun de ces termes n'apparaît, on relève 2

références aux Devoirs faits à la maison (1 dans MPo 1 dans MP-), aux Colles (1 dans MP+ et 1 dans MP-) et enfin une allusion aux « méthodes utilisées dans les précédents Devoirs Surveillés ». Les annales de sujets de concours ne sont jamais citées.

Enfin, dans L- uniquement, 5 étudiants citent des Exercices pris dans des livres personnels se rapportant à la matière, 4 d'entre eux leur attribuant au moins le niveau [3]. L'un d'entre eux fait allusion à leur propos à l'idée d'entraînement que l'on retrouve une autre fois dans Lo. Deux autres réponses de L- (n^{os} 97, 106) mentionnent également des sources extérieures aux cours et TD, le travail effectué étant considéré comme souvent utile par l'une et plutôt inutile par l'autre. Dans MP, les deux élèves qui citent, au même niveau d'utilité, les Exercices faits en cours et les Exercices de révision, font peut-être ainsi référence au travail personnel effectué en vue du devoir en temps limité dont il est question dans l'enquête.

Sans pouvoir à nouveau prétendre à une quelconque significativité de ces observations, nous relevons chez certains étudiants préparant le Capes, essentiellement dans le sous-groupe faible, **une tendance à dépasser le travail prescrit institutionnellement** en puisant dans des annales ou autres livres personnels. **On ne constate ce comportement ni dans les réponses des élèves de MP ni dans celles du sous-groupe L+.**

* Réponses multiples.

14 étudiants préparant le Capes et 3 élèves de Spéciales MP mentionnent plusieurs des termes considérés dans cette partie de l'étude (Exercices, TD, Colles, Examens, Partiels, Annales, Devoirs et Problèmes) en les considérant comme inégalement utiles. Examinons pour commencer les réponses du groupe L.

Certains étudiants privilégient (niveau [4]) une catégorie d'exercices fondée sur le contenu (caractère typique, lien direct avec le cours, problèmes) :

n° 12 (L+) : « Exercices d'application directe [4]. Exercices, problèmes récapitulants plusieurs notions [3] »

n° 59 (Lo) : « Types d'exercices classiques [4]. Exercices de TD [2] ou [3], cela dépendant des exercices. »

n° 78 (L-) : « Exercices de TD [3] (voire [4] pour les exercices de base). »

n° 60 (Lo) : « Discussions sur des problèmes posés à l'oral [4]. Exercices « j'ai mal à la tête » [2] - mais où on est content d'avoir trouvé -. »

n° 41 (L+) : « Exercices types à savoir faire [4]. Exercices proposés, non corrigés [2]. »

n° 75 (L-) : « Exercices utilisant directement les notions du cours [4]. Exercices à la limite du programme [2]. »

On peut remarquer dans les trois dernières réponses ce qui peut paraître comme une volonté d'explicitement une catégorie particulière d'exercices jugés plutôt inutiles. L'une insiste sur les limites d'un dispositif assez fréquemment utilisé en TD lequel consiste à donner des listes d'exercices dont la partie non traitée en séances ne fait jamais l'objet de corrections. Une autre explicite une sélection très directement finalisée par l'UV qui peut conduire à minorer l'étude des exercices plus transversaux. Elle apporte un certain éclairage sur l'attitude que nous avons précédemment relevée chez certains étudiants de L- consistant à subordonner assez directement le travail sur les exercices à l'étude du cours. Il est clair que la question qui faisait allusion à l'examen final d'une UV pouvait induire ce style de réponses ; il n'en reste pas moins que pointe ici peut-être une limite du travail provoqué par le fonctionnement universitaire qui ne soumet jamais les étudiants qu'à des épreuves adaptées à un programme relativement étroit.

D'autres étudiants distinguent le niveau d'utilité suivant l'institution de rencontre des exercices :

n° 84 (L-) : « Les *exercices* traités en TD [4]. Annales [3] (*exercices* fréquemment tombés). »

n° 85 (L-) : « *Exercices* vus en TD [4]. *Exercices* de livres personnels [3]. »

n° 88 (L-) : « Les *exercices* du TD [4] (éléments importants introduits par un exercice). Les *exercices* pris dans des livres [3]. Les examens [3]. »

n° 71 (L-) : « *Exercices* d'entraînement [4] (dans les livres). Annales d'examen [2]. »

n° 73 (L-) : « Les corrigés des *examens* antérieurs [4]. Les *exercices* traités en TD [2] (tout dépend de la coordination entre le prof des Cours Magistraux et les profs de TD). Des *exercices* de livres se rapportant à la matière [1]. »

Notons que parmi les deux étudiants qui ne privilégient pas l'institution TD l'un justifie sa position relativement négative en faisant allusion à l'insuffisante liaison entre progression du cours et exercices abordés en TD.

Une réponse introduit une distinction suivant l'UV concernée :

n° 100 (L-) : « En géométrie : faire des figures [4], étude des cas particuliers [3]. En analyse numérique : maîtrise du calcul numérique [4], connaissance d'algorithmes [3]. En algèbre, Théorèmes [4], TD [4]. En mesure, TD [2]. »

Une autre différencie sa cotation suivant le type de tâches en jeu :

n° 92 (L-) : « Les *exercices* : Connaissances du cours [4], Méthodes de résolution [3], Bachotage [2], *Exercices* faits en TD [3]. Les *problèmes* en lien avec les autres UV : Connaissances de cours d'une seule UV [2], Connaissances de cours de plusieurs UV [4], Méthodes de résolution [2], *Exercices* tout faits [2]. »

Enfin, un étudiant de L+ (n° 7) attribue les niveaux [4], [3], [2] ou [1] aux exercices selon les cas sans préciser plus avant sa pensée.

Trois élèves de Spéciales citent plusieurs éléments, on remarquera que, si pour les deux premiers, avoir une certaine mémoire des exercices ou de certains exercices est jugé comme indispensable ou souvent utile, la même attitude vis à vis des corrections des problèmes est considérée comme superflue :

n° 114 (MP+) : « *Exercices* corrigés [3]. Colles [3]. *Problèmes* corrigés [1]. »

n° 138 (MPo) : « *Exercices* classiques d'application du cours [4]. Corrections d'*exercices* [2]. Correction de *devoirs* faits à la maison [1]. »

n° 170 (MP-) : « *Exercices* [4]. TD [3]. »

C.VI. Bilan des observations.

1. Récapitulatif des écarts significatifs mis en évidence.

Le tableau ci-dessous récapitule les items pour lesquels nous avons repéré des différences significatives. La deuxième colonne reprend les relations observées avec la convention suivante : L>MP signifie que les étudiants du groupe L sont proportionnellement plus nombreux que ceux de MP à avoir explicitement accordé une certaine importance à l'item considéré. La troisième colonne concerne la proportion des réponses mentionnant l'item par rapport au nombre total de réponses, la quatrième la proportion du niveau d'utilité [4] (sauf précision explicite d'un autre choix) par rapport au nombre d'occurrences ; dans la case correspondante, nous indiquons, lorsqu'il est inférieur à 15 %, le seuil de significativité de l'écart observé entre les deux groupes et nous faisons figurer la mention « Non testé » dans le cas où le test statistique n'a pu

être effectué faute d'effectifs suffisants, la valeur de l'écart est alors donnée entre parenthèses.

Les lignes portant un astérisque ne correspondent pas à des items mais à une étude particulière menée à propos d'un item donné.

| Item | Comparaison | Réponses | Niveau d'utilité |
|---|---|--|--------------------------------|
| <i>Définitions</i> | L > MP MP+ < MP- L+ U MP+ < L- U MP- | | 2 % Non testé (38 %) 4 % |
| <i>Théorèmes</i> | L < MP MP+ < MP- | | 4 % Non testé (24 %) |
| <i>Propositions, Propriétés ...</i> | L > MP | 5 % | |
| <i>Etudiants différenciateurs*</i> | L > MP L+ > L- L+ > L- U Lo L+ U MP+ > Reste | 4 % 12 % 9 % 2 % | |
| <i>Etudiants non différenciateurs *</i> | L+ < L- L+ U MP+ < Reste | Non testé (31,2 %) 4 % | |
| <i>Formules</i> | L < MP L+ > L- MP+ < MP- | 11 % Non testé (19 %) Non testé (12 %) | |
| <i>Démonstrations</i> | L > MP | 1 % | Niveaux [3/4] 15 % |
| <i>Exemples</i> | L+ > Lo U L- MP+ < MPo U MP- | 8 % 9 % | |
| <i>Structure du cours</i> | L > MP | 7 % | |
| <i>Méthodes, Techniques</i> | L < MP L+ U Lo > L- | 4 % | 7 % 4 % |
| <i>Astuces</i> | L < MP MP+ > MP- L+ U MP+ > L- U MP- | 3 % 6 % 7 % | |
| <i>Exercices-Types</i> | MP+ > MP- | 6 % | |
| <i>Exercices, Examens, Devoirs</i> | L+ U Lo < L- L+ < L- | 7 % 11 % | |

Remarque : les comparaisons mettant en jeu le regroupement L+ U MP+ ont été retenues exclusivement dans les cas où les sous-groupes L+ et MP+ ont le même comportement par rapport aux sous-groupes faibles, l'un des deux écarts n'étant pas significatif ou ne pouvant faire l'objet d'un test.

2. Principaux résultats.

- *Concernant le texte du savoir donné en cours.*

Définitions et théorèmes sont dans les deux institutions cités par une large majorité des étudiants ; les autres types d'énoncés sont beaucoup plus rarement mentionnés (un quart des réponses). Les étudiants du groupe L considèrent significativement plus souvent que ceux de MP la connaissance des définitions comme indispensable, c'est l'inverse pour les théorèmes.

Parmi les élèves de Spéciales, le sous-groupe MP+ se distingue nettement des autres en accordant moins d'importance à ces deux items, cette tendance apparaît également de manière atténuée dans L+ pour les définitions. Prolongeant cette observation, une étude détaillée des réponses a mis en évidence une différence commune aux deux institutions

entre les étudiants des sous-groupes forts et faibles : les premiers sont plus nombreux à relativiser l'importance accordée aux divers énoncés du texte du savoir en introduisant parmi eux une certaine hiérarchie, les seconds ont au contraire plus tendance à placer explicitement sur le même pied l'ensemble des résultats du cours⁷⁰.

Les formules sont plus citées dans MP que dans L (respectivement 20 % et 11 % des réponses) ; mais les sous-groupes de niveau ont des comportements opposés dans les deux institutions, les apparitions de cet item correspondant à plus de 20 % des étudiants dans L+, MPo et MP- et moins de 10 % dans MP+, Lo et L-

Les démonstrations sont citées par près de 70 % des étudiants de L et 40 % de ceux de MP, cet écart est significatif et trouve un certain écho au niveau des cotations d'utilité.

- *Concernant les savoirs sur le fonctionnement mathématique.*

Méthodes et techniques sont citées par près d'un tiers des étudiants de L et près de la moitié de ceux de MP ; cette différence est significative, elle est répercutée au niveau des cotations d'utilité, plus de 60 % des occurrences de cet item dans MP le situant au niveau « Indispensable », position minoritaire dans L. Les réponses font également référence à la notion « d'astuces » interprétée comme renvoyant à des façons de faire de portée plus réduite que les méthodes mais ayant néanmoins fait la preuve de leur efficacité ; cet item cité par 7 % des réponses dans L apparaît significativement plus souvent dans MP (19 %).

Ces items différencient les deux institutions mais aussi dans chacune d'entre elles les sous-groupes de niveau. Les étudiants de L+ sont plus nombreux que ceux de L- à juger indispensable la connaissance de méthodes ; dans les deux institutions, les astuces sont plus citées par le sous-groupe fort que par le faible (particulièrement dans MP+). Cette différence de comportement suivant le niveau est prolongée par les items concernant des connaissances moins décontextualisées mais manifestant une certaine sélection, à savoir les exemples et les exercices types. Dans les deux institutions, les premiers sont cités par un peu plus du tiers des étudiants, les seconds par un cinquième. Avec 38 % d'apparitions (soit autant que pour « astuces »), MP+ accorde nettement plus d'importance aux exercices types que MP- mais fait moins souvent référence aux exemples ; L+ se différencie du reste des étudiants de L en mentionnant au contraire plus fréquemment les exemples (cités dans près de 50 % des réponses) ; ceux-ci sont également plus souvent considérés comme utiles mais l'écart n'est pas significatif.

- *Concernant l'activité mathématique des étudiants*

Les exercices et autres termes renvoyant aux différentes activités de résolution de problèmes rencontrées par les étudiants sont cités également dans les deux institutions, par près des deux tiers des étudiants. Nous avons vu que l'idée d'une certaine sélection de ce corpus à travers la notion d'exercices types différencie le sous-groupe MP+.

Nous retiendrons pour finir un dernier résultat significatif : dans L, les étudiants de L- font plus souvent référence aux exercices que les autres et sont proportionnellement un plus nombreux à n'explicitier aucune idée de sélection dans ce

⁷⁰ L'attitude différenciatrice est également plus présente dans L que dans MP. Mais plusieurs interprétations de ce résultat sont possibles : 1. les élèves de MP citent beaucoup moins les énoncés secondaires (éventuellement par faible investissement dans l'enquête) et ont donc moins l'occasion de différencier au sein de leurs réponses ; 2. les théorèmes sont particulièrement mis en exergue dans le cours et les autres formes d'énoncés sont majoritairement négligés au point de n'être pas cités.

corpus. Cette attitude fait écho aux observations réalisées à propos des énoncés du cours (moindre attitude différenciatrice) mais aussi des connaissances décontextualisées sur les problèmes (moindre importance accordée aux méthodes) : les étudiants en difficulté auraient plus que les autres tendance à viser un apprentissage exhaustif.

Les deux institutions considérées se distinguent donc au niveau du cours par une plus grande importance accordée aux définitions et aux démonstrations dans L, aux théorèmes dans MP, au niveau de la résolution de problèmes par la place attribuée aux savoirs sur le fonctionnement mathématique relativement décontextualisés, méthodes et astuces, plus valorisés dans MP que dans L, résultat qui constitue un élément de validation de notre conjecture.

Sous des formes non strictement identiques dans les deux institutions, les sous-groupes de niveau sont différenciés aux deux niveaux : par une attitude plus sélective et hiérarchisante vis à vis de l'ensemble des énoncés du cours dans les sous-groupes forts, les étudiants les plus faibles ayant plus tendance à viser un apprentissage de l'ensemble des résultats ; par une attention plus marquée pour les premiers aux méthodes, astuces prolongée par le repérage d'exercices types (dans MP+) ou d'exemples significatifs (dans L+).

L'analyse qualitative des réponses nous conduit à envisager la présence, dans L, de deux formes de travail sur les différents éléments pris en compte.

Certains étudiants s'appuieraient sur une dialectique étude des démonstrations/étude des exercices pour dégager à la fois les résultats les plus importants à retenir, les méthodes et les exemples significatifs ou les exercices-types. Comme nous l'avons envisagé dans nos analyses initiales, ces étudiants semblent construire des connaissances sur le fonctionnement mathématique à partir des démonstrations et solutions dont ils disposent. Nous retiendrons que le travail sur un ensemble de ces textes, par les interactions permises, est de nature à favoriser les acquisitions.

En revanche, d'autres étudiants s'attacheraient à un apprentissage détaillé du cours appuyé sur l'étude des démonstrations les plus accessibles et la connaissance d'exemples et d'exercices simples ; par ailleurs, dans la perspective de la résolution de problèmes, ils poursuivraient une visée d'exhaustivité par un travail sur le corpus entier des exercices prescrits ou recherchés dans des annales ou livres personnels, sans démarche particulière de décontextualisation ou de repérage de généricité.

Ces deux profils sont bien sûr à considérer comme des idéaux-types dont les formes d'actualisation effective sont à étudier. Les éléments obtenus jusqu'à présents semblent localiser plutôt le premier profil chez les étudiants les plus à l'aise, le second chez ceux qui sont en difficulté. Ce résultat est compatible avec nos hypothèses générales : le premier style de travail nous paraît favorable à la réussite comme producteur des connaissances sur le fonctionnement mathématique ; le second, centré sur le cours, ne nous semble pas de nature à produire une économie des connaissances orientée vers la résolution de problèmes, ce qui constitue à nos yeux un facteur d'échec. De plus, il est prévisible que la confiance nécessaire pour s'autoriser à laisser de côté certains apports institutionnels est plus répandue chez les étudiants qui réussissent que chez ceux qui peinent. Ceci étant, les éléments que nous avons rassemblés ne nous permettent aucunement de circonscrire précisément le domaine de présence de ces idéaux-types.

Pour ce qui est de la classe de Spéciales MP, un style de travail aux traits marqués apparaît nettement dans MP+ avec un intérêt très relatif à l'étude du cours magistral et à la connaissance des énoncés et au contraire une importance particulière accordée aux connaissances sur le fonctionnement mathématique sous les formes plus ou moins décontextualisées de méthodes, d'astuces et d'exercices types. Ce style se trouve sous des formes affadies dans les différents groupes de niveau, il constitue peut-être un idéal-type caractéristique de l'institution « Classes Préparatoires ».

D. Dépouillement du volet n° 2 : questions fermées.

Nous abordons dans cette partie le volet fermé du questionnaire. Nous commencerons par analyser les items des deux premières questions ; ceci nous permettra de montrer en quoi la question I qui traite des finalités attribuées par les étudiants au travail sur les exercices permet une exploration plus fouillée de certains éléments abordés dans la question II, celle-ci s'intéressant pour sa part aux différents objets de l'étude. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus pour ces deux questions et ce en deux temps : description par population de la hiérarchie des items puis étude comparative entre institutions et entre niveaux. Nous terminerons par la présentation des réponses à la question III qui s'intéresse aux formes de l'étude a posteriori des solutions d'exercices. Pour chaque question, nous rapprochons les résultats obtenus de ceux qui ont été précédemment mis en évidence de façon à faire émerger des faisceaux d'indices convergents.

D.I. Analyse et mise en relation des items proposés dans les questions I et II.

1. Question II : les objets dont l'étude est considérée comme utile à la réussite.

La question posée est la suivante : « Que trouvez-vous utile pour réussir un examen (groupe L) ou un devoir en classe (groupe MP) ? » ; les items proposés sont dans l'ordre du tableau les suivants :

Connaître les **définitions** (Déf⁷¹) ; Connaître les **théorèmes** (Théo)
Etudier les **démonstrations** du cours (Dém) ; Connaître des **exemples** (Exem) ;
Comprendre les commentaires de l'**enseignant** (Enst⁷²) ;
Résoudre soi-même beaucoup d'exercices (Rés) ;
Etudier les corrections d'**exercices** qu'on a vraiment cherchés et **trouvés** (Ex Tr) ; Etudier les corrections d'**exercices** qu'on a vraiment cherchés et **pas trouvés** (Ex NTr) ; Etudier les corrections d'**exercices** qu'on a **peu ou qu'on n'a pas cherchés** (Ex NCh) ; Réfléchir aux **erreurs** qu'on a commises (Err).

Les quatre réponses proposées sont : Indispensable, Souvent utile, Plutôt inutile, Superflu. Il est par ailleurs demandé aux étudiants de classer les propositions de la plus utile (10) à la moins utile (1).

L'objectif de cette question est de déterminer à quels objets les étudiants jugent utiles de consacrer leur travail dans la perspective d'une réussite dans l'institution dont ils relèvent. Les items commencent par un verbe qui réfère à une activité de l'étudiant directement (étudier, résoudre, réfléchir) ou à son résultat (connaître, comprendre)⁷³ sans chercher à spécifier particulièrement les modalités du travail évoqué. Ce point est étudié par la question III pour ce qui concerne l'étude a posteriori des solutions de problèmes, nous n'aurons pas d'informations plus précises au niveau de l'ensemble de la population pour les autres objets.

⁷¹ Entre parenthèses, l'abréviation utilisée dans les tableaux de résultats pour désigner l'item en question.

⁷² Voir Note 36

⁷³ Nous prenons acte dans cette phase de la forme que nous avons donnée aux items au moment de l'élaboration du questionnaire ; il aurait certainement été plus cohérent de remplacer connaître et comprendre par des verbes renvoyant à l'activité plutôt qu'à son résultat.

Par ailleurs, si l'on excepte le contexte global qui situe les réponses dans la perspective de la réussite aux examens, les formulations utilisées ne cherchent pas à déterminer véritablement ce que sont les objectifs attribués par les étudiants aux travaux en question ; en particulier, seuls les items « connaître des définitions, des théorèmes, des exemples » font explicitement référence à l'acquisition d'une connaissance. Or, le projet global de la présente recherche est d'interroger notre conjecture initiale (« l'enseignement des CPGE est plus favorable à la construction des connaissances sur le fonctionnement mathématique que l'enseignement universitaire »), nous devons donc mettre en relation les objets considérés et les connaissances potentiellement constructibles via le travail qui leur est consacré. C'est vers quoi sont orientés les développements qui suivent ; ceux-ci s'appuieront sur les hypothèses déjà formulées lors de l'examen des items de la question ouverte (p.27) ainsi que sur les réflexions issues du dépouillement des réponses à cette partie du questionnaire.

- Pour les cinq premiers items (Définitions, Théorèmes, Démonstrations, Exemples, Commentaires), le volet fermé de l'enquête ne permet pas de questionner nos hypothèses, nous ne pourrions donc aller au-delà de ce que le volet ouvert nous a déjà apporté.
- Il n'en est pas de même pour les cinq derniers items. En effet, ceux-ci sont centrés sur la résolution et les activités d'étude des corrections et l'objectif de la question I est de préciser ce que les étudiants visent à travers les exercices et problèmes. Les différentes propositions soumises aux étudiants dans cette question émanent directement des analyses que nous consacrons aux cinq derniers items de la question II.

C'est pourquoi, après avoir traité des cinq premiers items de la question II, nous rappellerons le contenu de la question I que nous mettrons ensuite en relation avec les items restants de la question II.

2. Analyse des items de la question II non directement liés à la résolution de problèmes.

Les quatre premiers objets considérés (**définitions, théorèmes, démonstrations et exemples**) sont des éléments renvoyant au texte du cours⁷⁴. Nous avons considéré a priori que le travail personnel centré sur ce texte était en premier lieu orienté vers l'assimilation du savoir savant présenté et débouchait sur des connaissances naturellement structurées par les concepts et théorèmes et spontanément peu dirigées vers la résolution de problèmes. Nous n'avons absolument pas exclu que dans l'étude des objets considérés ici soient construites des connaissances sur le fonctionnement mathématique organisées autour de types de problèmes plus ou moins transversaux mais nous avons supposé que ces élaborations étaient incertaines. Le dépouillement du volet ouvert ne contredit pas ces hypothèses : si certains étudiants s'appuient sur l'étude des démonstrations, souvent en interaction avec les activités de résolution, pour repérer des méthodes et/ou des exercices-types, nous avons également vu émerger un style de travail mobilisant démonstrations, exemples et exercices au service de l'assimilation du cours, avec une centration particulière sur le plus simple.

Le ou les items concernant **les commentaires de l'enseignant** diffèrent des autres propositions en ce que l'objet considéré est (quasi)exclusivement communiqué de

⁷⁴ Le dépouillement de la question ouverte a confirmé l'hypothèse selon laquelle les exemples considérés par les étudiants étaient plutôt orientés vers l'illustration du cours.

manière orale, or l'usage est très inégalement répandu chez les étudiants scientifiques de prendre en note des éléments de discours. Il est donc possible que cet item soit souvent interprété comme référant à une dimension du travail personnel qui a lieu pendant les heures d'enseignement ou peu de temps après, essentiellement sur la base d'une mémorisation peu ou pas du tout étayée par un écrit. Dans ces conditions, la compréhension évoquée n'est pas nécessairement associée à l'acquisition de connaissances spécifiques retenues à long terme. Ceci peut expliquer que seules 15 réponses sur 163 (14 sur 99 dans la population L, 1 sur 64 pour MP) aient fait mention du professeur dans le premier volet de l'enquête⁷⁵.

Ceci étant, nous supposons que la prise en compte des commentaires de l'enseignant peut contribuer à la construction de connaissances qui dans la question ouverte ont été envisagées dans d'autres items et ce dans les deux plans que nous avons été amenés à distinguer, celui de la présentation du savoir savant et celui de la résolution de problèmes⁷⁶.

Par ses réflexions, l'enseignant peut favoriser la compréhension des résultats enseignés, contribuer à une certaine prise de recul par rapport au texte du cours (en mettant par exemple en évidence certains *Théorèmes*, *Exemples*, *Contre-exemples* ou *Applications*, en faisant apparaître des liens⁷⁷) ; ses interventions peuvent également jouer un rôle au niveau de la mémorisation du cours (ainsi deux des étudiants faisant référence au professeur considèrent comme souvent utiles « les anecdotes dites par le professeur pour se souvenir d'un théorème ou d'une erreur »).

Au niveau de la résolution de problèmes, les commentaires de l'enseignant nous semblent particulièrement importants dans la mesure où ils sont susceptibles de formuler certains savoirs sur le fonctionnement mathématique⁷⁸, leur conférant une légitimité sans pour cela les institutionnaliser dans le texte du cours : en tant que « résolveur » expérimenté, le professeur est en position d'attribuer un surplus de valeur à une façon de faire présente dans les solutions d'exercices ou dans les démonstrations de théorèmes que les étudiants n'ont pas forcément les moyens de considérer comme non anecdotique⁷⁹. Nous faisons donc l'hypothèse d'une présence de l'enseignant en arrière-plan des items « *Méthodes* », « *Astuces* », « *Exercices types* ». Ceci pourrait expliquer au moins en partie l'absence de référence explicite à l'enseignant dans les réponses des élèves de Spéciales au premier volet de l'enquête, celui-ci apparaissant en filigrane dans les items du groupe 3, particulièrement cités dans cette population.

Les erreurs sont aussi parfois objets de commentaires, ce point est dans la question ouverte abordé par deux étudiants (n°41 et 78) qui situent ce type d'intervention à deux niveaux tout à fait différents : explications portant sur une erreur effectivement commise par l'étudiant pour l'un, sur des erreurs récurrentes rencontrées lors des examens des années précédentes pour l'autre. Dans le second cas, le thème de l'erreur est intégré par l'étudiant à une thématique plus générale qu'il nous semble percevoir dans 5 des 15 réponses (toutes dans L) faisant référence au professeur : on s'intéresse de très près à

⁷⁵ cf. Annexe II.5.

⁷⁶ Plusieurs thèses dirigées par A.Robert ont analysé différentes dimensions du discours de l'enseignant au collège et au lycée (travaux les plus récents : C.Hache, C.Ben Salah).

⁷⁷ Voir en Annexe II les références à ce que nous avons résumé sous la dénomination *Structure du cours* dans les réponses à la question ouverte.

⁷⁸ On pourra reconnaître ici une des dimensions du point de vue développé autour d'A.Robert sur le rôle du « méta » dans l'enseignement, méta qui est dans les travaux en question très souvent pris en charge par le discours des enseignants.

⁷⁹ L'officialisation de telles connaissances peut passer par des rituels tout à fait installés. Ainsi, dans les années 70, au lycée Corneille de Rouen, les élèves de Spéciales clamaient-ils en chœur « Astussss » lorsque l'enseignant montrait une façon de faire particulièrement habile.

ses façons de faire (méthodes de résolution, style de correction d'exercices, manière de rédiger) parce qu'il corrige l'examen et qu'il faudra donc faire en sorte de s'adapter à ses préférences de façon à ne pas être pénalisé. Cette dimension n'est pas présente chez les élèves de Spéciales. Il est clair que cette différence n'a aucune portée statistique mais nous ne la négligeons pas dans la mesure où notre cadre théorique permet de lui attribuer une signification : nous voyons dans le comportement exprimé par certains étudiants un effet d'adaptation à un contrat didactique (considéré comme) déterminé localement par une institution incarnée par l'enseignant qui est aussi chargé de l'évaluation ; en classe préparatoire, il y a dissociation des rôles puisque l'enseignant de la classe n'est pas celui qui corrige les épreuves de concours, le contrat didactique installé est surdéterminé par l'institution « Concours aux Grandes Ecoles », c'est bien lui que doivent s'attacher à percevoir les élèves à travers les éventuelles (mais certainement très limitées) interprétations personnelles qu'en donne le professeur. Nous faisons l'hypothèse que cette différence influence le rapport des étudiants aux commentaires de l'enseignant⁸⁰ et renforce, dans chaque institution, les effets déjà signalés de l'organisation de l'enseignement et de l'évaluation : l'enseignement universitaire favoriserait l'acquisition de connaissances contextualisées, pour certaines peu dépersonnalisées, supposées directement utilisables à l'examen⁸¹ ; les classes préparatoires seraient plus propices à la recherche de connaissances transversales, dotées d'une légitimité au niveau de l'institution « Concours » et susceptibles d'outiller la résolution de problèmes relativement imprévisibles.

En résumé, nous supposons que les commentaires des enseignants ne provoquent pas les mêmes acquisitions dans les deux institutions parce que les étudiants n'y ont pas les mêmes intérêts du fait des modalités respectives de l'évaluation.

Le contenu des discours tenus par les enseignants est-il lui-même influencé par les spécificités de chaque institution et en quoi ? C'est un point qui devra être abordé dans les développements ultérieurs de la recherche dans la mesure où nous attribuons un rôle important à cette dimension de l'activité enseignante dans l'officialisation des connaissances sur le fonctionnement mathématique⁸².

3. Question I : le rapport des étudiants aux exercices.

La question posée est la suivante : « Tout au long d'une UV (groupe L) ou tout au long d'une année de prépa (groupe MP), vous êtes amenés à chercher un certain nombre d'exercices et de problèmes ; ces exercices et ces problèmes sont-ils pour vous :

un **jeu** intellectuel (Jeu) ;

un **entraînement à la résolution** de questions mathématiques (Entraîner)

une occasion de vérifier si vous avez bien **compris le cours** (Comprendre)

un apport d'**exemples** qui **illustrent le cours** (Exemple)

une **aide à la résolution** d'autres exercices (Aide)

une source d'**idées à retenir** (Idées)

des **prototypes** proches de ceux qui seront posés à l'**examen** (L) ou dans le devoir en classe(MP). (**Examen**) ? »

⁸⁰ Il est vraisemblable que cette différence aient également des conséquences sur le contenu même du discours de l'enseignant, c'est une question qu'il faudrait étudier.

⁸¹ En tout cas, chez les étudiants qui se situent dans une logique de réussite sans trop se soucier des apprentissages.

⁸² Plusieurs facteurs peuvent jouer un rôle : outre les différences envisagées ci-dessus au niveau de l'évaluation, la séparation Cours magistral/TD en vigueur à l'université est à considérer a priori comme un élément pouvant influencer le contenu des commentaires et leur prise en compte par les étudiants.

Quatre réponses sont proposées : Toujours, Souvent, Parfois, Jamais. Il est par ailleurs demandé aux étudiants de classer sans ex æquo les items (7 = ce que les exos et problèmes sont le plus pour vous jusqu'à 1 = ce qu'ils sont le moins pour vous).

4. Analyse des items de la question II concernant les exercices et problèmes ; mise en relation avec ceux de la question I.

Le premier des items de la question II restant à traiter (« *Résoudre soi-même beaucoup d'exercices* ») porte spécifiquement sur l'activité de recherche de l'étudiant et, contrairement aux quatre autres, n'évoque aucune posture réflexive. Nous le considérons comme l'expression du point de vue usuel selon lequel en mathématiques l'important est de chercher. Cette position prend chez certains la forme d'un activisme peu enclin à tirer explicitement les leçons de l'expérience ; dans ce cas, on compte avant tout sur une pratique répétée pour provoquer l'apprentissage.

Dans les trois items suivants de la question II (« *Etudier les corrections d'exercices qu'on a 1. vraiment cherchés et trouvés, 2. vraiment cherchés et pas trouvés, 3. peu ou pas cherchés* »), l'objet de l'étude est la solution d'un exercice ; comme nous l'avons dit dans la partie A, nous considérons que le fonctionnement mathématique étant donné à voir dans les solutions, un travail sur celles-ci peut faciliter la construction de certaines connaissances susceptibles d'être réinvesties dans des résolutions ultérieures.

Nous ne considérons pas qu'une telle étude sera nécessairement stérile si l'exercice en question n'a pas été véritablement cherché au préalable, cependant nous pensons qu'elle sera alors moins aisée à mener et moins efficace que dans le cas contraire. Or, ce contexte est fréquent : on le rencontre dans le fonctionnement usuel des Travaux Dirigés lorsque l'enseignant donne un exercice à chercher en séance pendant un temps court ou lorsque les étudiants ne cherchent pas les exercices qu'ils doivent préparer chez eux. On peut supposer que dans ce cas l'étudiant visera d'abord à savoir faire lui-même l'exercice en question en s'appuyant sur le corrigé et qu'il n'aura pas le recul nécessaire pour en tirer des leçons un tant soit peu génériques.

Lorsque l'exercice a fait l'objet d'un véritable travail, nous distinguons deux situations suivant que l'étudiant a ou non résolu lui-même l'exercice. Selon les hypothèses constructivistes, le meilleur des cas dans une perspective d'acquisition de connaissances devrait être celui où l'étudiant a lui-même inventé une façon de faire efficace. Dans ce contexte, la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique peut résulter d'épisodes réflexifs non formalisés pendant la résolution elle-même ou pendant la rédaction de la solution définitive. Mais il paraît raisonnable de supposer que ceux qui accordent un certain temps au retour sur cette classe d'exercices se situent dans une perspective de généralisation et/ou de décontextualisation (caractériser un type d'exercices, mémoriser une façon de faire typique ou dégager des méthodes) ou d'amélioration (étudier les astuces du professeur). Inversement, le retour sur la solution devrait paraître superflu (sauf peut-être dans le cas d'une plus grande efficacité de la correction) si c'est l'exercice lui-même qui est considéré comme important, point de vue envisageable lorsqu'on prévoit que l'examen comprendra des exercices voisins de ceux qu'on a déjà rencontrés.

Reste enfin le cas des exercices cherchés mais non trouvés auxquels on associera d'ailleurs le dernier item concernant la réflexion sur les erreurs : il s'agit de situations d'échecs pour l'étudiant. On peut s'attendre à ce que, quel que soit le point de vue adopté sur les exercices (source d'idées plus ou moins décontextualisées à retenir ou prototypes proches de ceux qui seront posés à l'examen), l'étude a posteriori soit

considérée comme importante. Donc, si nous considérons qu'un tel travail peut être propice à l'acquisition de connaissances dotées d'une valeur plus ou moins globale lorsque l'étudiant situe ses apprentissages à ce niveau (l'incapacité à surmonter certaines impasses met en exergue les questions non résolues et sensibilise aux façons de faire proposées par la solution), nous devons aussi envisager que certains s'attachent à un apprentissage ponctuel (il s'agit de savoir faire cet exercice).

En résumé, du point de vue de la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique,

1. nous distinguons comme potentiellement moins efficace le travail sur les exercices non cherchés ;
2. nous avons des raisons de penser que les étudiants déclarant accorder de l'importance à un retour sur des exercices qu'ils ont su résoudre le font plutôt dans une perspective d'apprentissage qui intègre l'exercice en question dans une perspective plus large et favorise l'acquisition de connaissances dotées d'un minimum de généralité ;
3. en revanche, nous pensons que ce point de vue ne préside pas nécessairement au travail a posteriori auquel donnent lieu les échecs et erreurs dont la finalité peut être ponctuelle.

Nous avons mis l'accent sur la construction de connaissances directement orientées vers la résolution de problèmes puisqu'elles sont au centre de notre conjecture mais nous n'oublions pas que l'activité de résolution et les travaux réflexifs auxquels elle donne lieu contribuent à la compréhension du savoir savant. On peut envisager dans cette perspective les retours sur les échecs, notamment sur les erreurs, en considérant que par le questionnement provoqué, ils favorisent certains approfondissements, certaines remises en cause.

Nous avons également rencontré dans le volet ouvert une approche que nous n'identifions pas à la précédente dans la mesure où elle semble orienter le travail de certains étudiants vers le plus simple, le moins problématique : les exercices sont considérés comme sources d'illustration et aides à la mémorisation du cours. Le retour sur les exercices résolus peut être interprété selon ce point de vue.

Comment la question I se situe-t-elle par rapport à ces analyses ?

Le premier item (les exercices sont « *un jeu intellectuel* ») réfère à une idée de plaisir et ne se situe pas dans une perspective d'apprentissage.

La contribution de la résolution de problèmes à l'assimilation du cours est prise en charge dans les deux dimensions évoquées ci-dessus par les propositions suivantes : les exercices sont « *une occasion de vérifier si vous avez bien compris le cours* », « *un apport d'exemples qui illustrent le cours* ». Notons que l'aspect « aide à la mémorisation » n'y est pas explicité.

Trois items se situent dans une perspective d'amélioration des capacités de résolution ; il s'agit des propositions a. « *un entraînement à la résolution de questions mathématiques* », b. « *une aide à la résolution d'autres exercices* », c ; « *des prototypes proches de ceux qui seront posés à l'examen* ». Le premier de ces items est plus particulièrement porteur de la conception de l'apprentissage basée essentiellement sur une pratique abondante que nous avons évoquée plus haut. Les deux autres expriment quant à eux l'existence de liaisons entre pratique présente et pratique future. La proposition c réfère plus précisément au cas où le futur est envisagé comme une quasi répétition du présent, situation que nous considérons comme encourageant

apprentissage ponctuel peu propice à la recherche de généralité et encore moins sans doute à la construction de connaissances décontextualisées. Quant à la proposition « *une aide à la résolution d'autres exercices* », elle est très allusive mais permet d'obtenir certaines informations par comparaison avec d'autres items. Ainsi, elle permet de dénombrer les étudiants pour qui les exercices sont toujours ou souvent une aide à la résolution d'autres exercices mais seulement parfois ou jamais des prototypes proches des examens, c'est-à-dire ceux pour qui le réinvestissement ne se réduit pas à une simple reproduction. Inversement, les avis Parfois et Jamais mettent en évidence les étudiants pour qui les exercices à résoudre sont déconnectés les uns des autres ; dans cette perspective, la notion d'entraînement se comprend comme une façon d'apprendre à affronter la nouveauté qui peut se dispenser de revenir sur les actes accomplis. Nous considérons que ce point de vue est peu favorable à la construction de types de problèmes et de connaissances sur le fonctionnement mathématique. Notons qu'il peut aller de pair avec une utilisation des exercices simples pour l'apprentissage du cours.

Le dernier item envisage les exercices comme « *une source d'idées à retenir* ». Il renvoie explicitement à une mémorisation avec un certain effort de décontextualisation qui peut concerner différents aspects orientés vers le cours ou vers la résolution d'autres exercices : la situation étudiée, le résultat établi, l'exemple d'application d'un résultat du cours, les méthodes et astuces de résolution. Une comparaison des répartitions de réponses concernant cet item et l'item « *Aide à la résolution* » peut informer sur la présence d'étudiants retenant surtout des éléments concernant plutôt le savoir savant ou échouant finalement souvent à réinvestir les idées dégagées dans d'autres problèmes, ce qui peut être l'effet d'une difficulté à repérer des éléments suffisamment dégagés du contexte particulier des exercices.

D.II. Question I : étude de la hiérarchie des items dans les différentes populations.

Nous donnons dans cette partie les résultats numériques retenus pour l'analyse⁸³ puis nous présentons une description synthétique de l'importance accordée aux différents points de vue sur les exercices proposés dans la question.

1. Principaux résultats.

Effectifs L+ : 43 ; Lo : 20 ; L- : 44 ; L : 107 ; L-- : 36⁸⁴
MP+ : 22 ; MPo : 20 ; MP- : 24 ; MP : 66

Un étudiant de L- n'a pas rempli cette partie du questionnaire.

Les tableaux suivants donnent respectivement les éléments suivants : fréquence⁸⁵ F1 des avis Souvent (3) et Toujours (4) réunis, fréquence F2 des avis Toujours, rang moyen R attribué à un item donné⁸⁶.

⁸³ On trouvera dans l'annexe III les résultats complets, effectifs et fréquences pour les 4 avis possibles d'une part, rangs moyens et écarts type d'autre part.

⁸⁴ Rappel : L-- est constitué des éléments de L- qui n'ont pas eu de mention à la licence et qui n'ont pas été reçus au Capes. Nous donnons les résultats obtenus par L-- pour information mais ils n'ont finalement pas conduit à des différences dans les analyses.

⁸⁵ Dans la suite de ce travail, nous utiliserons souvent les pourcentages au lieu des fréquences, P1 et P2 désignant respectivement le pourcentage correspondant à F1 et F2.

⁸⁶ On trouvera pour chaque question une représentation graphique permettant de mettre en vis à vis, par paire de populations comparées, les valeurs des deux indicateurs fréquentiels pour l'ensemble des items. Cet outil est destiné à faciliter la lecture des analyses comparatives, nous suggérons au lecteur de photocopier la page en question de façon à ce qu'elle puisse accompagner sa lecture.

| F1 | Jeu | Entraîner | Comprendre | Exemple | Aide | Idées | Examen |
|------|-------|-----------|------------|---------|-------|-------|--------|
| L+ | 0,233 | 0,953 | 0,954 | 0,675 | 0,535 | 0,651 | 0,512 |
| Lo | 0,300 | 0,900 | 0,800 | 0,850 | 0,500 | 0,650 | 0,300 |
| L- | 0,204 | 0,863 | 0,909 | 0,637 | 0,454 | 0,659 | 0,409 |
| L-- | 0,195 | 0,862 | 0,945 | 0,694 | 0,473 | 0,666 | 0,389 |
| MP+ | 0,364 | 0,636 | 0,773 | 0,590 | 0,546 | 0,636 | 0,227 |
| MPo | 0,200 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,500 | 0,900 | 0,150 |
| MP- | 0,167 | 0,750 | 0,959 | 0,500 | 0,625 | 0,833 | 0,334 |
| L | 0,233 | 0,907 | 0,907 | 0,692 | 0,496 | 0,654 | 0,430 |
| MP | 0,242 | 0,727 | 0,894 | 0,591 | 0,560 | 0,788 | 0,242 |
| Tous | 0,237 | 0,838 | 0,902 | 0,654 | 0,520 | 0,705 | 0,358 |

| F2 | Jeu | Entraîner | Comprendre | Exemple | Aide | Idées | Examen |
|------|-------|-----------|------------|---------|-------|-------|--------|
| L+ | 0,047 | 0,465 | 0,442 | 0,233 | 0,093 | 0,093 | 0,070 |
| Lo | 0,150 | 0,450 | 0,350 | 0,300 | 0,050 | 0,050 | 0 |
| L- | 0,045 | 0,318 | 0,432 | 0,205 | 0,068 | 0,159 | 0 |
| L-- | 0,028 | 0,306 | 0,417 | 0,250 | 0,056 | 0,194 | 0 |
| MP+ | 0 | 0,318 | 0,182 | 0,045 | 0,091 | 0,318 | 0 |
| MPo | 0,100 | 0,350 | 0,400 | 0,050 | 0,150 | 0,300 | 0 |
| MP- | 0 | 0,333 | 0,292 | 0,083 | 0,125 | 0,250 | 0,042 |
| L | 0,065 | 0,402 | 0,421 | 0,234 | 0,075 | 0,112 | 0,028 |
| MP | 0,030 | 0,333 | 0,288 | 0,061 | 0,121 | 0,288 | 0,015 |
| Tous | 0,052 | 0,376 | 0,370 | 0,168 | 0,092 | 0,179 | 0,023 |

| R | Jeu | Entraîner | Comprendre | Exemple | Aide | Idées | Examen |
|------|-------|-----------|------------|---------|-------|-------|--------|
| L+ | 2,209 | 5,256 | 5,651 | 3,884 | 3,698 | 4,186 | 3,140 |
| Lo | 3,100 | 5,600 | 5,250 | 4,300 | 3,150 | 3,850 | 2,750 |
| L- | 2,295 | 4,773 | 5,568 | 3,886 | 3,909 | 4,568 | 3,000 |
| L-- | 2,333 | 4,722 | 5,583 | 3,889 | 3,972 | 4,500 | 3,000 |
| MP+ | 3,045 | 4,864 | 4,727 | 3,500 | 3,727 | 4,500 | 2,364 |
| MPo | 2,050 | 4,550 | 5,200 | 4,400 | 4,100 | 4,950 | 2,600 |
| MP- | 1,792 | 5,083 | 4,917 | 3,875 | 4,458 | 5,000 | 2,792 |
| L | 2,411 | 5,121 | 5,542 | 3,963 | 3,682 | 4,280 | 3,009 |
| MP | 2,288 | 4,848 | 4,939 | 3,909 | 4,106 | 4,818 | 2,591 |
| Tous | 2,351 | 4,989 | 5,282 | 3,920 | 3,822 | 4,460 | 2,833 |

2. Comment sont situés les uns par rapport aux autres les différents items proposés ?

Les comportements des différents sous-groupes de L sont suffisamment voisins pour que nous puissions proposer une description commune des réponses tant au niveau des valeurs prises par les indicateurs F1 et F2 que de la hiérarchisation des items par le rang moyen. Tel n'est pas le cas pour la population MP au sein de laquelle on relève entre autres des écarts importants entre les pourcentages d'avis Toujours/Souvent et/ou Toujours dans les différents sous-groupes⁸⁷ ; nous présenterons donc séparément les comportements de MP+ et MP-.

a. Dans la population L.

La description donnée ci-dessous est valide pour la population L ainsi que les deux sous-groupes L+ et L-.

L'examen des valeurs de F1 fait apparaître 4 groupes d'items clairement différenciés.

Les exercices sont considérés par plus de 85 % de la population comme étant Toujours ou Souvent une occasion de vérifier la **compréhension du cours** et un **entraînement à la résolution**. Le pourcentage d'avis Toujours varie aux alentours de 40 % (la valeur la plus basse -32 %- concerne l'item Entraînement dans le sous-groupe L-)⁸⁸. Ces deux items se distinguent nettement des suivants.

Environ 65 % des étudiants attribuent les avis Toujours ou Souvent aux items « apport d'exemples illustrant le cours » et « sources d'idées à retenir », la valeur de P2 se situe entre 20 % et 25 % pour le premier, entre 9 % et 16 % pour le second.

Pour les trois items restants, P2 prend des valeurs faibles (inférieures à 7 % sauf dans un cas).

Les exercices sont considérés comme constituant Toujours ou Souvent une **aide à la résolution** d'autres exercices et des **prototypes** proches de ceux qui seront posés à l'examen dans des proportions situées entre 40 % et 55 % des populations concernées.

Enfin moins de 25 % des étudiants voient toujours ou souvent dans les exercices **un jeu intellectuel**.

L'examen des rangs moyens confirme cette organisation à une exception près : dans L-, l'item Aide a un rang moyen très légèrement supérieur à celui d'Exemples.

⁸⁷ Pour les questions I et II, on observe dans MP+ une certaine minoration des valeurs de F1 et F2 (les valeurs de ces indicateurs sont 10 fois sur 16 inférieures dans MP+ à ce qu'elles sont dans MP- pour la question I, 13 fois sur 20 pour la question II). Autrement dit, le sous-groupe MP+ exprime une réticence par rapport aux conceptions des exercices proposés dans la question I et relativisent plus que les autres l'importance accordée aux objets d'étude proposés dans la question II. On peut y voir un effet de la surreprésentation des redoublants dans cette population (15 sur 22), on peut aussi considérer qu'un certain « snobisme » a pu jouer, ces élèves cherchant à donner d'eux-mêmes une image flatteuse minorant le rôle d'un travail considéré comme un bachotage un peu trop trivial.

⁸⁸ On remarquera que les valeurs maximales de F2 ne sont pas aussi élevées que dans la question II. Ceci est facile à interpréter : compte tenu de la diversité des exercices mathématiques, il est normal qu'un étudiant hésite à considérer qu'ils vérifient tous une proposition donnée.

b. Dans la population MP.

Comportement de MP+

Nous distinguons en premier lieu un groupe formé de trois items : **Comprendre le cours**, **Entraînement à la résolution** et **Sources d'idées à retenir**. Le premier se détache avec 77 % d'avis Toujours/Souvent contre 64 % pour les deux autres mais cet écart ne se retrouve pas pour les deux autres indicateurs (P2 : la position relative est inversée avec 18 % et 32 % respectivement, les rangs moyens sont très voisins).

Les deux items suivants, **Exemples illustrant le cours** et **Aide à la résolution**, correspondent à des valeurs de P1 se situant entre 54 % et 60 % avec moins de 10 % d'avis Toujours ce qui différencie ces deux propositions des précédentes. Le rang moyen confirme cette position relative.

36 % des élèves considèrent que les exercices sont souvent **un jeu intellectuel**, 23 % qu'ils sont souvent **proches des sujets qui seront posés au devoir en classe**. Pour ces deux items, l'avis Toujours n'apparaît jamais. Quant au rang moyen, il confirme la position relative issue de P1.

Comportement de MP-

Nous retrouvons le même premier groupement que dans MP+ avec cependant des pourcentages d'avis Toujours/Souvent supérieurs : 96 % pour **Comprendre le cours**, 83 % pour **Idées à retenir** et 75 % pour **Entraînement à la résolution**. Pour P2, on trouve des valeurs voisines de celles que nous avons relevées dans MP+, se situant entre 33 % et 25 % ; le rang moyen confirme à la fois le regroupement de ces trois items et une similitude de comportement dans les deux sous-groupes.

62,5 % des élèves considèrent que les exercices sont toujours ou souvent **une aide à la résolution**, ces avis ne représentent que 50 % quand il s'agit de la proposition « une source d'exemples illustrant le cours ». Cet écart est plus marqué que dans MP+, il est confirmé au niveau de P2 et surtout du rang moyen.

Les avis Toujours/Souvent sont attribués par 33 % des élèves à l'item «des prototypes **proches de ceux qui sont posés dans le devoir en classe** » et par 17 % seulement à l'item « **un jeu intellectuel** ». Les autres indicateurs confirment la position relative de ces deux items.

Nous résumons donc ces descriptions de la façon suivante :

Structure des réponses de L.

| | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|-----------|
| Compréhension, Entraînement | Exemples, Idées | Aide, Examen | Jeu |
| P1 > 85 % | 60 % < P1 < 70 % | 40 % < P1 < 55 % | P1 < 25 % |
| 30 % < P2 < 50 % | 9 % < P2 < 25 % | P2 < 10 % | P2 < 10 % |

Structure des réponses dans MP.

Dans MP+

| | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| Compréhension, Entraînement, Idées | Exemples, Aide | Jeu | Examen |
| 60 % < P1 < 80 % | 50 % < P1 < 60 % | P1 ≈ 37 % | P1 ≈ 23 % |
| 18 % < P2 < 32 % | P2 < 10 % | P2 = 0 % | P2 = 0 % |

Dans MP-

| | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Compréhension, Entraînement, Idées | Aide | Exemples | Examen | Jeu |
| P1 > 75 % | P1 ≈ 63 % | P1 ≈ 50 % | P1 ≈ 33 % | P1 ≈ 17 % |
| 25 % < P2 < 33 % | P2 ≈ 12 % | P2 ≈ 8 % | P2 ≈ 4 % | P2 = 0 % |

Au niveau de la structure, trois éléments différencient MP+ et MP-, il s'agit de la plus forte présence dans MP- des idées d'aide à la résolution et de proximité des exercices avec le devoir en classe et dans MP+ de la dimension Jeu intellectuel. Ceci se traduit au niveau de la population globale MP par une structure constituée de trois sous-groupes, rapprochant Exemples et Aide d'une part, Examen et Jeu d'autre part.

Tendances communes.

Il est difficile de dégager des éléments véritablement communs aux deux populations L et MP ; ceci constitue un premier résultat qui sera précisé par l'étude comparative.

Nous retiendrons seulement que dans les deux institutions

- plus de 70 % des étudiants considèrent les exercices comme étant souvent ou toujours une occasion de vérifier leur compréhension du cours (point de vue le plus répandu) et un entraînement à la résolution de questions mathématiques ;
- le point de vue « Entraînement » est dans tous les cas plus répandu que le point de vue « Aide pour de futurs exercices » ; cet écart établit la présence d'une conception de la résolution de problèmes peu favorable à la capitalisation des leçons de l'expérience ;
- les exercices sont plus souvent considérés comme une source d'idées à retenir que comme une aide à de futures résolutions ; donc, si les idées retenues peuvent constituer pour certains étudiants un vecteur d'aide, ce n'est pas toujours le cas.
- l'idée de jeu intellectuel est tout à fait minoritaire.

D.III. Question I : recherche des écarts entre institutions et entre niveaux.

Dans ce qui suit nous adoptons la présentation suivante : pour faciliter la lecture, seules les conclusions sont présentées dans le corps du texte ; dans le cas où les comportements de deux populations sont significativement différents, nous donnons en note un tableau où figurent les valeurs des 3 indicateurs pour les deux populations comparées, la valeur de t correspondante⁸⁹ et le seuil de significativité lorsque celui-ci est inférieur à 15 %.

⁸⁹ Si deux valeurs sont voisines, t n'a pas été calculé, nous ne renseignons donc pas la case correspondante. Pour le seuil de significativité, la notation NS est utilisée si le seuil est supérieur à 15 %. Enfin, le symbole * dans la colonne t signifie que le test n'a pu être effectué du fait d'une valeur insuffisante de np.

Les items seront abordés en quatre groupements correspondant aux éléments de notre analyse a priori : les exercices vus comme jeu, comme contribuant à l'assimilation du cours, dans une perspective d'amélioration des capacités de résolution et enfin comme sources d'idées à retenir, proposition ambiguë pouvant relever des deux points de vue précédents.

1. La résolution d'exercices comme jeu intellectuel.

Dans les deux institutions, les étudiants pour qui les exercices ne sont jamais ou sont seulement parfois **un jeu intellectuel** sont très largement majoritaires et le pourcentage d'avis Jamais n'est pas négligeable (11 % dans L, 15,2 % dans MP).

Ce point de vue est dans L indépendant du niveau (on trouve même 16,3 % d'avis Jamais dans L+).

Il n'en est pas de même dans MP⁹⁰. Un peu plus d'un tiers des élèves de MP+ considèrent que les exercices constituent souvent pour eux un jeu intellectuel, il s'agit là de la plus forte proportion de réponses Souvent/Toujours mise en évidence dans les différents groupes ; en outre, MP+ présente le plus faible taux de Jamais. Les résultats sont très exactement inversés pour MP- : les exercices ne sont jamais un jeu intellectuel pour un quart des élèves de MP-, ils le sont souvent pour moins de 20 % de l'effectif. On peut considérer cette différence de points de vue selon le niveau comme significative⁹¹ : MP+ > MP-.

2. La contribution des exercices à l'assimilation du cours.

a. Compréhension du cours.

Les étudiants sont très majoritairement convaincus que les exercices sont toujours ou souvent une occasion de vérifier leur compréhension du cours. Dans ce contexte, l'étude comparative met en évidence que

- ce point de vue est plus largement mis en avant dans L que dans MP⁹² : L > MP
- les sous-groupes de niveau de L ne se différencient pas sur ce point ;
- en revanche, alors que les réponses des élèves du groupe faible MP- sont voisines de celle du groupe MP entier, les élèves de MP+ sont plus nombreux (près d'un quart) à considérer que cette dimension est assez rare (avis Parfois ou

Nous ne donnerons pas les valeurs de P2 quand elles seront strictement inférieures à 10 %.

⁹⁰ Jeu intellectuel

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 36,4 | 16,7 | 24,2 | 1,519 | 13 % |
| R | 3,045 | 1,792 | 2,288 | 2,286 | 4 % |

⁹¹ Entre MP- et le reste de la population, l'écart au niveau de P1 est significatif au seuil de 14 % (t= 1,495), au niveau de la proportion de réponses **Jamais** il est significatif au seuil de 6 % (t = 1,946) : **MP- < Reste**.

⁹² Compréhension du cours

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 90,7 | 89,4 | | NS |
| P2 | 42,1 | 28,8 | 1,755 | 8 % |
| R | 5,542 | 4,939 | 2,223 | 1 % |

Jamais)⁹³ ; si ces constatations ne débouchent pas au sein de MP sur des écarts significatifs (valeur de P1 trop élevée et effectif insuffisant), l'opposition entre MP+ et le reste de la population étudiée (L, MPo et MP-) est très significative⁹⁴ : **MP+ < Reste.**

b. Exemples illustrant le cours.

Le point de vue selon lequel les exercices seraient, sinon toujours, du moins souvent une source d'exemples illustrant le cours est moins répandu que le précédent, il reste néanmoins majoritaire dans tous les groupes sauf MP-. On relève les observations suivantes⁹⁵ :

- Dans la hiérarchie globale établie dans la partie D.III, cet item est situé plus haut dans L (3^{ième}) que dans MP (4^{ième} dans MP+, 5^{ième} dans MP-) ; cette plus faible présence dans MP est confirmée par la comparaison des indicateurs, tous les trois supérieurs dans L avec un écart très significatif du pourcentage d'avis Toujours : **L > MP.**
- L+ et L- restent de nouveau indifférenciés ; on ne retrouve donc pas ici le plus grand intérêt pour les exemples mis en évidence dans L+ par la question ouverte.
- Le comportement de MP+ est comparable à celui de MP. Par contre, dans MP-, la moitié des élèves seulement considèrent que les exercices sont toujours ou souvent sources d'exemples illustrant le cours, ce qui constitue le plus bas pourcentage relevé dans les différents groupes ; ceci se traduit par un écart significatif avec le reste de la population (L, MP+ et MPo)⁹⁶ : **MP- < Reste.**

3. La résolution de problèmes considérée dans une perspective d'apprentissage.

a. Entraînement à la résolution.

L'idée selon laquelle les exercices constituent un entraînement à la résolution de questions mathématiques est très présente dans les deux institutions, pratiquement au même niveau que le point de vue mettant en avant la contribution à la compréhension du cours ; on relève cependant des nuances :

⁹³ Compréhension du cours.

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 77,3 | 95,9 | 90,7 | * | |
| P2 | 18,2 | 29,2 | 28,8 | 0,872 | NS |
| R | 4,727 | 4,917 | 4,939 | | NS |

⁹⁴ Pour P1, t = 2,175, seuil de 3 % ; pour P2, t = 1,956, seuil de 6 % : **MP+ < Reste.**

⁹⁵ Exemples illustrant le cours.

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 69,2 | 59,1 | 1,351 | NS |
| P2 | 23,4 | 6,1 | 2,959 | 0,1 % |
| R | 3,963 | 3,909 | | NS |

⁹⁶ Pour P1, l'écart avec MP+ - 9 %- n'est pas significatif, avec le reste de la population globale, il s'élève à 17 % ce qui correspond à un seuil de significativité de 9 % (t = 1,698) : **MP- < Reste.**

- Dans le groupe L⁹⁷, l'association exercices-entraînement fait l'objet d'une quasi-unanimité, ce n'est pas le cas chez les élèves de Spéciales MP qui sont significativement plus nombreux à minimiser ce point de vue (plus d'un quart d'avis Parfois ou Jamais). Les deux autres indicateurs sont également inférieurs dans MP mais de peu : **L > MP**
- Les étudiants de L+ considèrent plus que ceux de L- les exercices comme un entraînement à la résolution⁹⁸ mais aucun écart significatif ne peut être mis en évidence.
- Dans MP, les élèves faibles ont un comportement analogue à celui de l'ensemble du groupe MP. MP+ se distingue à nouveau par une valeur de F1 plus faible (légèrement inférieure à deux tiers), autrement dit un comportement inversé par rapport à celui de L+. Mais comme dans L, les écarts avec le sous-groupe faible ne sont pas significatifs. Par contre, l'écart avec le reste de la population interrogée est très significatif : **MP+ < Reste**⁹⁹.

b. Aide à la résolution d'autres exercices.

Les étudiants sont très partagés à l'égard de l'item **Aide à la résolution d'autres exercices** puisque le pourcentage d'avis Souvent et Toujours est dans les deux institutions inférieur à 60 %. L'étude comparative met en évidence les éléments suivants :

- Ce point de vue sur les exercices est plus présent dans MP que dans L mais seul le rang moyen donne lieu à un écart significatif¹⁰⁰ : **L < MP**
- On observe que dans MP l'écart entre les valeurs de P1 pour les items Entraînement et Aide est nettement inférieur à ce qu'il est dans L (MP : 16,7 %, L : 40,1 %). Un dépouillement des réponses prenant en compte pour chaque étudiant les avis exprimés pour les items « Entraînement » et « Aide à la résolution » montre que 28,8 % de la population MP et 44,9 % de la population

⁹⁷ Entraînement à la résolution

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 90,7 | 72,7 | 3,109 | 1 % |
| P2 | 40,2 | 33,3 | | NS |
| R | 5,121 | 4,848 | | NS |

⁹⁸ Entraînement à la résolution

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 95,3 | 86,3 | 90,7 | * | |
| P2 | 46,5 | 31,8 | 40,2 | 1,404 | NS |
| R | 5,256 | 4,773 | 5,121 | 1,264 | NS |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|---|--------------------------|
| P1 | 63,6 | 75,0 | 72,7 | | NS |
| P2 | 31,8 | 33,3 | 33,3 | | NS |
| R | 4,864 | 5,083 | 4,848 | | NS |

⁹⁹ Pour P1, **MP+ < Reste** : t = 2,705, significatif au seuil de 1 % .

Nous avons donc constaté que le sous-groupe des élèves « forts » de Spéciales MP voient moins que tous les autres étudiants les exercices comme une occasion de vérifier leur compréhension du cours et comme un entraînement à la résolution. Dans L, L+ a inversement une légère tendance à donner plus de poids que L- à l'idée d'entraînement. Pour ces trois observations, le sous-groupe fort renforce la différence observée entre MP et L. Ce n'est pas le cas pour l'item consacré aux exemples.

¹⁰⁰ Ecart entre MP et L pour le rang moyen : t = 1,609, significatif au seuil de 11 %.

L choisissent Toujours/Souvent pour le premier point de vue et Parfois/Jamais pour le second. Cet écart est très significatif¹⁰¹ et tout à fait significatif par rapport à notre problématique : il exprime la forte implantation au sein de l'institution universitaire, plus forte que dans l'institution CPGE, d'une conception de la résolution de problèmes que nous avons précédemment¹⁰² analysée comme peu propice à la construction de types de problèmes et de connaissances sur le fonctionnement mathématique.

- Les sous-groupes L+ et L- se comportent de manière voisine pour cet item.
- Le comportement de MP+ est en tout point comparable à celui de MP. Nous trouvons dans MP- le plus fort pourcentage de réponses Souvent/Toujours et le plus fort rang moyen ce qui nous place cet item en quatrième position dans la hiérarchie élaborée précédemment, devant l'item consacré aux Exemples mais ceci ne débouche sur aucun écart significatif.

c. Prototypes proches de ceux qui seront posés à l'examen ou au devoir en classe.

Seule une minorité d'étudiants adopte le point de vue exprimé ici d'une forte proximité entre les exercices rencontrés et l'épreuve d'évaluation. Mais les deux institutions se différencient très nettement¹⁰³ :

- Les étudiants de L sont un peu plus de 40 % à considérer les exercices prescrits comme étant souvent ou toujours des prototypes proches de ceux qui seront posés à l'examen. Dans MP, un peu moins de 25 % des élèves exprime un tel rapprochement, ce bien que l'épreuve d'évaluation évoquée soit le devoir en classe, c'est-à-dire une épreuve de programme réduit par rapport aux concours, élaborée par l'enseignant de la classe. Deux des indicateurs sont significativement différents : **L > MP**.
- On note que pour la population L, l'item considéré ici est peu différencié du précédent ; il l'est au contraire fortement dans MP tant au niveau de P1 que du rang moyen. Plus précisément, il s'avère que les étudiants de Spéciales sont significativement plus nombreux que ceux de L¹⁰⁴ à répondre que les exercices sont toujours ou souvent une aide à la résolution d'autres exercices mais qu'ils sont seulement parfois, voire jamais, des prototypes proches des épreuves d'évaluation. Nous rapprochons cette observation des résultats obtenus dans la question ouverte à propos des connaissances de type *Méthodes* ou *Astuces*, plus souvent mentionnées dans MP que dans L. Dans cette perspective, il est intéressant de constater que, sur les 10 élèves de MP+ qui ont fait référence aux astuces et aux exercices-types dans la question ouverte, 7 sur 10 considèrent les exercices comme constituant souvent ou toujours une aide à la résolution

¹⁰¹ $t = 2,107$, significatif au seuil de 4 %.

Pour L+, L-, MP+ et MP-, le pourcentage s'élève respectivement à 46,5 %, 45,5 %, 27,3 % et 20,8 %

¹⁰² cf D.I.4. p.69

¹⁰³ Proximité aux épreuves d'évaluation

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 43,0 | 24,2 | 2,497 | 2 % |
| R | 3,009 | 2,591 | 1,576 | 12 % |

¹⁰⁴ 40,9 % du groupe MP et 29 % du groupe L : $t = 1,615$, écart significatif au seuil de 11 %
 Pourcentage dans les sous-groupes : L+ 25,6 % ; L- 29,5 % ; MP+ 50 % ; MP- 37,5 %

d'autres exercices et seulement parfois des prototypes proches du devoir en classe.

- Le sous-groupe L- se comporte comme L par rapport à l'item étudié. Pour L+, les trois indicateurs prennent des valeurs supérieures, avec notamment 51,2 % d'avis Toujours/Souvent mais aucun élément n'est significatif¹⁰⁵.
- Dans MP, le sous-groupe MP+ se comporte comme le groupe entier. Le point de vue étudié est légèrement plus présent dans MP- (en particulier, le taux de réponses Souvent/Toujours s'élève à 33 %) mais sans significativité.

4. Une source d'idées à retenir.

Plus de deux tiers des étudiants considèrent que les exercices sont une source d'idées à retenir, ces idées pouvant être ainsi que nous l'avons déjà remarqué de contenus variés. Mais cet énoncé général traduit mal les différents comportements :

- L'opinion selon laquelle les exercices constituent souvent ou toujours une source d'idées à retenir est en effet plus largement partagée dans MP que dans L : les trois indicateurs fournissent la même information avec un seuil de significativité important¹⁰⁶ : $L < MP$.
- Ce résultat se retrouve au niveau de la hiérarchisation des propositions : dans le groupe L, l'item « Idées à retenir » est beaucoup moins souvent associé aux exercices que les deux points de vue les plus représentés, on ne trouve pas ce décrochement dans MP.
- Le sous-groupe L- semble accorder légèrement plus de place au point de vue traité ici qui, au niveau du rang moyen, est plus proche de l'item Entraînement que de l'item Exemples, ceci n'est le cas ni dans L+ ni dans L. Aucun de ces écarts n'est significatif¹⁰⁷.
- Dans MP-, la répartition des avis est voisine de celle de MP. Dans MP+, les avis sont plus partagés puisque les réponses Toujours, Souvent et Parfois/Jamais sont également présentes. MP+ est à la fois le sous-groupe de MP pour lequel P1 et le

¹⁰⁵ Proximité aux épreuves d'évaluation

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 51,2 | 40,9 | 43,0 | 0,962 | NS |
| R | 3,140 | 3,000 | 3,009 | | NS |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 22,7 | 33,3 | 24,2 | 0,797 | NS |
| R | 2,364 | 2,792 | 2,591 | | NS |

¹⁰⁶ Sources d'idées à retenir

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 65,4 | 78,8 | 1,873 | 7 % |
| P2 | 11,2 | 28,8 | 2,927 | 1 % |
| R | 4,280 | 4,818 | 2,003 | 5 % |

¹⁰⁷ Sources d'idées à retenir

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|-------|-------|-------|---|--------------------------|
| P1 | 65,1 | 65,9 | 65,4 | | NS |
| P2 | 9,3 | 15,9 | 11,2 | | NS |
| R | 4,186 | 4,568 | 4,280 | | NS |

rang ont la plus petite valeur (on retrouve un pourcentage analogue à ce qui a été observé dans L et ses sous-groupes) et celui pour lequel P2 a la plus grande valeur (notamment supérieure aux valeurs trouvées dans L)¹⁰⁸. L'opposition de MP+ au reste du groupe MP quant à la proportion d'avis Toujours/Souvent est significative : **MP+ < Reste MP**. Pour P2, il faut comparer MP+ au reste de la population (L, MPo et MP-) pour obtenir un écart suffisamment accentué : **MP+ > Reste**.

Ces résultats sont difficiles à interpréter. La différence de comportement mise en évidence entre L et MP va dans le sens des résultats concernant les références aux *Méthodes* et *Astuces* dans les réponses à la question ouverte. Mais ce rapprochement est mis en question par la répartition des avis dans MP+, population qui, rappelons le, citait significativement plus que MP- les *Astuces* et les *Exercices-types*. Ainsi, il apparaît que, sur les 10 élèves de ce sous-groupe qui ont mentionné les *Astuces* et/ou les *Exercices-types*, la moitié seulement ont ici choisi les avis Toujours ou Souvent. On ne peut pas exclure qu'il y ait là un effet du « snobisme » envisagé dans la note 87 mais ce n'est pas l'interprétation que nous privilégierons et ce pour plusieurs raisons :

* l'examen des réponses à la question III des 10 élèves mentionnés ci-dessus révèle que 9 d'entre eux essaient systématiquement ou souvent de dégager des idées à retenir à partir de l'étude des corrigés d'exercices (cette proportion est de 8 sur 10 dans l'ensemble du sous-groupe MP+), l'écart avec leur réponse à la question I semblerait alors traduire une certaine rareté des idées finalement retenues ;

* le pourcentage de réponses attribuant les avis Toujours ou Souvent à l'item « Idées à retenir » et Parfois/Jamais à l'item « Aide à la résolution » s'élève respectivement à 27,3% dans MP+ et 33,3 % dans MP-¹⁰⁹ : la plus forte valeur de P1 dans MP- peut donc également s'expliquer par le caractère relativement local d'une partie au moins des idées retenues qui pourrait expliquer une efficacité limitée et/ou par une plus forte mise à contribution des exercices dans le processus d'apprentissage et d'enrichissement du cours (mais le traitement par ce sous-groupe de l'item consacré aux exemples crée quelques doutes sur cette hypothèse).

Ces observations conduisent à traiter avec beaucoup de prudence les relations obtenues à propos du point de vue étudié ici : considérer que les exercices sont communément sources d'idées à retenir peut être le résultat d'une attitude trop peu sélective, d'une certaine difficulté à repérer du générique. Le rapprochement avec d'autres résultats nous permettra d'obtenir des interprétations plus précises.

¹⁰⁸

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 63,6 | 83,3 | 78,8 | 1,519 | 13 % |
| P2 | 31,8 | 25,0 | 28,8 | | NS |
| R | 4,500 | 5,000 | 4,818 | | NS |

P1 Ecart entre MP+ et le reste de MP : t = 2,129 seuil de 4 % : **MP+ < ResteMP** ;

P2 Ecart entre MP+ et le reste de la population : t = 1,813 seuil de 7 % : **MP+ > Reste**

¹⁰⁹ Ce pourcentage s'élève à 30,8 % dans L (27,9 % dans L+, 34,1 % dans L-), 34,8 % dans MP.

5. Synthèse.

Le tableau suivant récapitule les principaux écarts significatifs mis en évidence ; il est conçu sur les mêmes bases que celui qui a conclu la partie C¹¹⁰.

| Item | Comparaison | P1 : Toujours/Souvent | P2 : Toujours | Rang moyen |
|---|---|------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Un jeu intellectuel ¹¹¹ | MP+ > MP- MP+ > Reste | 13 % 14 % | | 4 % |
| Une occasion de vérifier si vous avez bien compris le cours | L > MP MP+ < MP- MP+ < Reste | Non testé (18 %) 3 % | 8 % Non testé (11 %) 6 % | 1 % |
| Un apport d'exemples qui illustrent le cours | L > MP MP- < Reste | 9 % | 0,1 % | |
| Un entraînement à la résolution de questions mathématiques | L > MP L+ > L- MP+ < Reste | 1 % Non testé (9%) 1 % | 17 % | |
| Une aide à la résolution d'autres exercices ¹¹² | L < MP | | | 11 % |
| Des prototypes proches de ceux qui seront donnés à l'examen | L > MP | 2 % | | 12 % |
| Une source d'idées à retenir | L < MP MP+ < Reste MP MP+ > Reste | 7 % 4 % | 1 % 7 % | 5 % |

• Comparaison des groupes L et MP

Plusieurs différences significatives de comportement ont été mises en évidence.

Dans un contexte de consensus important autour des réponses Toujours et Souvent, on constate que **les étudiants du groupe L sont plus nombreux que ceux de MP à attribuer aux exercices un rôle permanent dans la compréhension du cours.** Bien que les avis soient dans les deux groupes plus partagés que pour l'item précédent, les exercices sont également **plus souvent vus dans L que dans MP comme jouant un rôle d'illustration du cours par les exemples qu'ils apportent.** Rappelons que dans la partie C, nous avons relevé dans plusieurs réponses émanant d'étudiants de L diverses références à une telle fonction d'aide à l'assimilation du cours.

Dans le groupe L, 9 étudiants sur 10 voient toujours ou souvent dans les exercices un entraînement à la résolution ; par contre, deux tiers seulement de la population considèrent que les exercices constituent une source d'idées à retenir ou d'exemples et une moitié qu'ils sont toujours ou souvent une aide pour aborder de nouvelles questions. Dans MP, cet écart est plus réduit : le consensus autour de l'idée d'entraînement est moins fort que dans L, les points de vue « aide à la résolution de futurs exercices » et « sources d'idées à retenir » sont par contre plus présents ; enfin,

¹¹⁰ Voir p.59 : le tableau donne le seuil de significativité et dans le cas où le test n'a pu être effectué par insuffisance de la valeur np, nous indiquons entre parenthèses l'écart entre les deux valeurs de la variable en jeu.

¹¹¹ Pour cet item, le pourcentage d'avis Jamais donne lieu à un écart significatif au seuil de 6 % : MP- > Reste (Rappel : Reste désigne le complémentaire à l'ensemble de la population interrogée).

¹¹² Toujours/Souvent pour « Entraînement » et Parfois/Jamais pour « Aide à la résolution » : L > MP (seuil 4 %) ; Toujours/Souvent pour « Aide à la résolution » et Parfois/Jamais pour « Prototypes proches des examens » : L < MP (seuil de 11 %).

les étudiants qui mettent l'accent sur l'idée d'entraînement en minorant le rôle des transferts sont nettement moins nombreux dans MP que dans L. Ces éléments nous conduisent à considérer **qu'une conception de l'apprentissage centrée sur une pratique fournie de la résolution et peu portée à l'analyse réflexive est plus répandue dans L que dans MP**. Rappelons que nous analysons cette conception comme peu favorable à l'acquisition de connaissances sur le fonctionnement mathématique.

Enfin, **les élèves de Spéciales MP sont nettement moins nombreux que ceux de L** (moins de 25 % contre plus de 40 %) **à envisager souvent ou toujours les exercices prescrits comme des prototypes directement liés au contenu de l'épreuve d'évaluation**. On peut voir là un effet du fonctionnement de l'évaluation : à l'université, l'examen est perçu comme relativement déterminé par les choix du responsable du cours (plusieurs étudiants ont exprimé en réponse à la question ouverte leur souci de repérer à travers les annales les régularités dans les sujets et de tenir compte des habitudes de l'enseignant), la clé du succès semble être de prévoir correctement les exercices probables. En classes préparatoires, les épreuves véritablement décisives sont les concours, elles sont totalement indépendantes de l'enseignant de la classe et, portant sur un programme transversal, peuvent apparaître comme relativement indéterminées, il s'agit de s'habituer à traiter du nouveau et les devoirs en classe sont abordés dans cette perspective.

Dans ce contexte, un peu plus de 40 % de la population MP et un peu moins de 30 % de la population L voient toujours ou souvent dans les exercices une aide à de futures résolutions sans les considérer comme étant des prototypes des épreuves d'évaluation ; **l'idée qu'il existe des possibilités de transfert entre des exercices relativement différents est donc plus présente dans MP que dans L**. Or ce point de vue est à la base de la construction de liens entre problèmes donc de types de problèmes et de connaissances les concernant, nous rapprochons le résultat obtenu ici de ceux que nous avons obtenus grâce à la question ouverte concernant les méthodes et astuces.

- **Comparaison des sous-groupes forts et faibles.**

Concernant la population L, nous retiendrons **l'indéniable proximité des comportements des sous-groupes de niveau de L** vis à vis de cette question (invariance dans la structuration, invariance dans les pourcentages).

Les deux sous-groupes MP+ et MP- de MP ont par contre des comportements assez différents pour la plupart des items. Cependant, la taille réduite des deux échantillons concernés ne permet guère de mettre en évidence des écarts véritablement significatifs. C'est finalement par comparaison avec le reste de la population interrogée dans son ensemble que nous avons pu atteindre dans certains cas un seuil de significativité convenable. Les éléments retenus ci-dessous sont donc à considérer avec prudence, comme des tendances à confirmer.

Nous avons constaté dans le sous-groupe MP+ une proportion plus forte qu'ailleurs de réponses Parfois ou Jamais pour les items Compréhension du cours, Entraînement à la résolution et Idées à retenir. Dans les deux premiers cas, ce sous-groupe renforce l'écart du groupe MP avec L. C'est l'inverse pour le troisième mais sur ce point, le groupe MP+ est très hétérogène¹¹³ puisque les élèves se répartissent à peu

¹¹³ C'est également le cas pour l'item Entraînement.

près également entre les réponses Toujours, Souvent et Parfois/Jamais ce qui correspond donc aussi à la proportion la plus élevée de réponses Toujours. Nous reviendrons sur ce résultat assez étonnant dans les développements ultérieurs.

MP- est de tous les groupes celui qui associe le moins Exercices et Exemples, il renforce la position de MP par rapport à L.

Enfin, l'item Jeu oppose radicalement les deux sous-groupes et les différencie du reste de la population : les élèves de MP+ sont proportionnellement les plus nombreux à considérer que les exercices constituent souvent un jeu intellectuel, alors qu'ils ne le sont jamais pour un quart de MP-, ce qui constitue la plus forte présence de cette position.

Nous retiendrons surtout de cette comparaison la forte hétérogénéité de MP+ vis à vis des trois items qui dans les autres groupes font relativement consensus, Compréhension, Entraînement et Idées à retenir. Il est possible qu'une certaine aisance, probablement liée au redoublement, autorise une prise de distance par rapport aux modèles dominants de l'étude et débouche sur des styles personnels de travail sur certains points¹¹⁴ contradictoires avec l'orthodoxie de l'institution ou ce qui est ressenti comme tel par les autres élèves.

D. IV Question II : étude de la hiérarchie des items dans les différentes populations.

Nous reprenons ici la démarche utilisée à propos de la question I.

1. Principaux résultats.

Effectifs : L+ : 43 ; Lo : 20 ; L- : 45 ; L : 108 ; L-- : 37

MP+ : 22 ; MPo : 20 ; MP- : 24 ; MP : 66

Les tableaux ci-dessous donnent les informations suivantes : le premier la fréquence F1 des avis Indispensables ou Souvent utiles (dits avis positifs dans la suite), le deuxième la fréquence F2 d'avis Indispensables et le dernier le rang moyen R¹¹⁵.

| F1 | Déf | Théo | Dém | Exem | Enst | Rés | Ex Tr | Ex NTr | Ex NCh | Erreurs |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| L+ | 1 | 0,977 | 0,814 | 0,721 | 0,930 | 0,884 | 0,442 | 0,976 | 0,559 | 1 |
| Lo | 1 | 1 | 0,850 | 0,750 | 0,950 | 1 | 0,350 | 1 | 0,400 | 1 |
| L- | 1 | 1 | 0,778 | 0,778 | 0,956 | 0,911 | 0,356 | 0,978 | 0,555 | 0,911 |
| L-- | 1 | 1 | 0,757 | 0,865 | 0,946 | 0,891 | 0,405 | 0,973 | 0,513 | 0,919 |
| MP+ | 0,954 | 1 | 0,636 | 0,636 | 0,955 | 0,545 | 0,500 | 0,909 | 0,273 | 1 |
| MPo | 1 | 1 | 0,550 | 0,700 | 0,855 | 0,900 | 0,400 | 0,850 | 0,600 | 1 |
| MP- | 1 | 1 | 0,750 | 0,750 | 0,917 | 0,917 | 0,708 | 0,958 | 0,417 | 0,959 |
| L | 1 | 0,991 | 0,806 | 0,750 | 0,944 | 0,917 | 0,389 | 0,982 | 0,528 | 0,963 |
| MP | 0,985 | 1 | 0,651 | 0,697 | 0,909 | 0,788 | 0,545 | 0,909 | 0,424 | 0,984 |
| Tous | 0,995 | 0,994 | 0,747 | 0,730 | 0,931 | 0,868 | 0,448 | 0,954 | 0,489 | 0,971 |

¹¹⁴ Un examen des réponses des 22 élèves de MP+ fait apparaître que, selon les items, ce ne sont pas toujours les mêmes éléments qui adoptent une position minoritaire dans MP ou dans l'ensemble de la population interrogée.

¹¹⁵ Voir Annexe III pour les résultats complets.

| F2 | Déf | Théo | Dém | Exem | Enst | Rés | Ex Tr | Ex NTr | Ex NCh | Erreurs |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| L+ | 0,907 | 0,814 | 0,163 | 0,023 | 0,186 | 0,419 | 0,070 | 0,674 | 0,326 | 0,581 |
| Lo | 0,950 | 0,750 | 0,000 | 0,050 | 0,250 | 0,450 | 0,100 | 0,600 | 0,250 | 0,550 |
| L- | 0,956 | 0,933 | 0,067 | 0,000 | 0,156 | 0,400 | 0,067 | 0,622 | 0,333 | 0,578 |
| L-- | 0,946 | 0,946 | 0,081 | 0,000 | 0,135 | 0,459 | 0,081 | 0,649 | 0,270 | 0,595 |
| MP+ | 0,727 | 0,864 | 0,091 | 0,045 | 0,273 | 0,227 | 0,000 | 0,364 | 0,000 | 0,545 |
| MPo | 0,900 | 1,000 | 0,050 | 0,100 | 0,300 | 0,200 | 0,050 | 0,450 | 0,100 | 0,550 |
| MP- | 0,875 | 0,958 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,500 | 0,250 | 0,458 | 0,167 | 0,542 |
| L | 0,935 | 0,852 | 0,093 | 0,019 | 0,185 | 0,417 | 0,074 | 0,639 | 0,315 | 0,574 |
| MP | 0,833 | 0,939 | 0,045 | 0,045 | 0,182 | 0,318 | 0,106 | 0,424 | 0,091 | 0,545 |
| Tous | 0,897 | 0,885 | 0,075 | 0,029 | 0,184 | 0,379 | 0,086 | 0,557 | 0,230 | 0,563 |

| R | Déf | Théo | Dém | Exem | Enst | Rés | Ex Tr | Ex NTr | Ex NCh | Erreurs |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| L+ | 9,45 | 8,879 | 5,359 | 3,975 | 4,780 | 6,258 | 2,537 | 6,280 | 3,425 | 5,518 |
| Lo | 9,364 | 8,364 | 4,818 | 4,273 | 4,545 | 6,909 | 3,000 | 6,818 | 3,318 | 5,727 |
| L- | 9,575 | 9,051 | 4,324 | 3,475 | 4,788 | 6,869 | 3,394 | 6,788 | 3,676 | 5,515 |
| L-- | 9,508 | 9,066 | 4,521 | 3,612 | 4,644 | 6,855 | 3,489 | 6,855 | 3,489 | 5,553 |
| MP+ | 8,909 | 9,182 | 4,318 | 4,045 | 5,955 | 4,136 | 3,682 | 5,955 | 2,318 | 6,318 |
| MPo | 8,950 | 9,100 | 3,150 | 4,200 | 5,150 | 5,200 | 2,900 | 6,100 | 3,650 | 6,600 |
| MP- | 8,833 | 9,250 | 4,042 | 3,542 | 3,417 | 6,250 | 4,250 | 6,417 | 3,083 | 5,917 |
| L | 9,486 | 8,855 | 4,899 | 3,822 | 4,747 | 6,633 | 2,980 | 6,591 | 3,510 | 5,555 |
| MP | 8,894 | 9,182 | 3,864 | 3,909 | 4,788 | 5,227 | 3,652 | 6,167 | 3,000 | 6,258 |
| Tous | 9,851 | 9,529 | 4,810 | 4,092 | 5,057 | 6,511 | 3,420 | 6,839 | 3,534 | 6,167 |

2. Comment sont situés les uns par rapport aux autres les différents objets d'étude proposés ?

Comme pour la question précédente, L et ses sous-groupes L+ et L- sont décrits simultanément, MP+ et MP- séparément.

a. Dans la population L.

6 items sont considérés par plus de 88 % de la population comme indispensables ou souvent utiles : ils concernent la connaissance des résultats du cours (**définitions, théorèmes**), le retour sur les échecs (**exercices cherchés non trouvés, erreurs**), la **résolution** d'exercices et la compréhension des **commentaires** de l'enseignant.

Les deux autres indicateurs introduisent entre eux une certaine hiérarchie :

- **Définitions et Théorèmes** se distinguent nettement des autres dans la mesure où ils sont unanimement considérés comme souvent utiles ou indispensables (99 % de l'ensemble de la population étudiée) avec une proportion d'avis Indispensable nettement plus élevée que pour les autres items proposés. Enfin, ils sont le plus souvent classés comme les deux plus utiles.

- Près de 60 % des étudiants considèrent comme indispensable le retour sur les **exercices cherchés non trouvés** et les **erreurs**, ce pourcentage est voisin de 40 % pour la **résolution** d'exercices. Cependant, cette hiérarchie est contestée par le rang moyen qui situe au même niveau le premier et le dernier de ces trois items, devant le deuxième.
- Vient enfin l'item concernant la prise en compte des **commentaires de l'enseignant**, nettement détaché des précédents avec environ 20 % d'avis Indispensables et un rang moyen plus faible.

Parmi les quatre items restants, ceux qui sont liés au texte du cours (étude des **démonstrations** et connaissance d'**exemples**) sont considérés positivement par plus de 70 % de la population. Les indicateurs F2 et R introduisent une certaine hiérarchie : le pourcentage d'avis Indispensable avoisine 10 % pour les démonstrations, il est inférieur à 5 % pour les exemples ; le rang moyen confirme cette hiérarchie, on observe de plus que pour le rang, les items Démonstrations et Enseignants sont très proches, nettement différenciés des Exemples. Ce phénomène résulte du comportement du sous-groupe L+, comme nous le préciserons dans l'étude comparative.

Les avis sont enfin très partagés à propos de l'étude des corrections des **exercices non cherchés** (légèrement plus de 50 % d'avis positifs, près d'un tiers d'avis Indispensable) et des **exercices trouvés** (environ 40 % d'avis positifs et moins de 10 % d'avis Indispensables). L'examen des rangs confirme la position relative de ces deux types d'objets. Notons que, pour l'étude des exercices non cherchés la proportion d'avis Indispensable n'est que peu inférieure à ce qu'elle est pour la résolution de problèmes, mais le second de ces items a un rang moyen nettement plus élevé que le premier.

b. Dans la population MP.

Comportement de MP+

Le groupe des items considérés positivement par plus de 90 % de la population ne comporte que cinq éléments : **définitions**, **théorèmes**, **exercices cherchés non trouvés**, **erreurs**, **commentaires de l'enseignant** :

- Comme dans L, **définitions** et **théorèmes** se différencient nettement par les valeurs de P2 (entre 70 % et 80 %) et R
- Pour les trois autres items, le pourcentage d'avis Indispensable varie de 55 % pour les **erreurs** à 27 % pour les discours de **l'enseignant** ; les rangs moyens sont très proches.

Viennent ensuite trois objets qui sont considérés positivement dans des proportions variant de 64 % pour les deux premiers à 54 % pour le dernier : il s'agit de l'étude des **démonstrations**, de la connaissance d'**exemples** et de la **résolution** d'exercices. Les rangs moyens de ces items sont voisins, nettement inférieurs à ceux des précédents. Le pourcentage d'avis Indispensable s'élève à un peu plus de 20 % pour la résolution alors qu'il est inférieur à 10 % pour les démonstrations et les exemples.

Les deux derniers items se différencient nettement l'un de l'autre. Le retour sur les **exercices trouvés** est considéré positivement par la moitié de la population mais n'est jamais jugé indispensable et son rang est inférieur à celui des items précédents.

L'étude des corrections d'exercices non cherchés est nettement dévalorisée avec tout juste un peu plus d'un quart d'avis Souvent utiles et aucun avis Indispensable.

Comportement de MP-

Dans cette population, 6 items sont jugés positivement par plus de 90 % de la population, ce sont les mêmes que dans L : **définitions, théorèmes, erreurs, exercices cherchés non trouvés, résolution** d'exercices et commentaires de l'enseignant.

Pour les cinq premiers, le comportement de MP- est analogue à celui de L à ceci près que le pourcentage d'avis Indispensable se situe entre 45 % et 55 %.

Par contre, la prise en compte des **commentaires de l'enseignant** est relativement dévalorisée : aucun étudiant ne la considère comme indispensable ; quant au rang moyen, c'est l'avant dernier (seul l'item consacré aux exercices non cherchés a un rang inférieur). Ceci conduit à rapprocher cet item de ceux qui concernent l'étude des **démonstrations**, la connaissance d'exemples et le retour sur les **exercices trouvés** (P1 = 75 %, P2 = 0 % pour les deux premiers, P1 = 70 %, P2 = 25 % pour le troisième) Les rangs moyens sont voisins.

Enfin, l'étude des **exercices non cherchés** n'est jugée positivement que par une minorité (42 %) avec 17 % d'avis Indispensable.

Nous résumerons les descriptions obtenues de la façon suivante :

Structure des réponses dans L

| | | | | |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Déf, Théo | Exos NTr, Erreurs, Rés P1 > 85 % | Enst, Dém, Exem P1 > 70 % | Exos NCh P1 ≈ 50 % | Exos Tr P1 < 40 % |
| P2 > 80 % | 40 % < P2 < 70 % | P2 < 20 % | P2 ≈ 30 % | P2 < 10 % |

Structure des réponses dans MP

Dans MP+

| | | | | |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Déf, Théo | Exos NTr, Erreurs, Enst P1 > 90 % | Rés, Dém, Exem 50 % < P1 < 65 % | Exos Tr P1 = 50 % | Exos NCh P1 ≈ 27 % |
| P2 > 70 % | 25 % < P2 < 55 % | P2 < 25 % | P2 = 0 % | P2 = 0 % |

Dans MP-

| | | | |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Déf, Théo | Exos NTr, Erreurs, Rés P1 > 90 % | Enst, Dém, Exem, Exos Tr P1 > 70 % | Exos NCh P1 ≈ 42 % |
| P2 > 80 % | 45 % < P2 < 55 % | P2 < 25 % | P2 ≈ 17 % |

Entre les deux sous-groupes de niveau de MP, la différence essentielle en terme de structure concerne donc la position relative de la résolution de problèmes et de la compréhension des commentaires de l'enseignant ; ceci se traduit au niveau de la population MP par des variations suivant les indicateurs au niveau de la position relative des deux items en question qui définissent alors un sous-groupe intermédiaire entre le deuxième et le troisième.

Tendances communes.

Nous voyons clairement apparaître des phénomènes communs à la population L et au sous-groupe MP- :

- La connaissance des résultats mathématiques, définitions et théorèmes, est considérée comme indispensable par une forte majorité (P2 > 80 %).
- Le retour sur les échecs (erreurs et exercices non trouvés bien que cherchés) fait l'objet d'un large consensus positif (P1 > 85 %) avec une proportion d'avis Indispensable importante (P2 > 40 %). On retrouve ces mêmes caractéristiques par rapport à la nécessité d'une pratique personnelle de résolution.
- La compréhension des commentaires du ou des enseignants, l'étude des démonstrations et la connaissance d'exemples sont jugées positivement par une majorité importante (P1 > 70 %) mais seule une petite minorité les considère comme indispensables (P2 < 25 %).

Pour ce qui concerne MP+, si l'on prend en compte le fait que les pourcentages P1 et P2 sont minorés dans cette population (cf note 87) on peut considérer qu'à une translation près, la description produite ci-dessus reste valide pour les items concernant le texte du cours (définitions, théorèmes, démonstrations, exemples) et le retour sur les échecs.

En revanche, MP+ se distingue par son comportement vis à vis de la résolution et des commentaires de l'enseignant.

Pour les deux items restants, les avis négatifs sont nettement plus représentés mais L d'une part, MP- et MP+ d'autre part, se comportent de manière différente en négligeant dans le premier cas l'étude des corrections d'exercices trouvés et dans le second l'étude des corrections d'exercices non cherchés.

L'étude comparative permettra de préciser les éléments différenciateurs que nous venons de repérer.

D.IV. Question II : recherche des écarts entre institutions et entre niveaux.

1. Objets d'étude liés au texte du cours.

a. Connaître les définitions et les théorèmes.

Dans un contexte tout à fait prévisible de large consensus sur l'utilité de la connaissance des énoncés du cours, l'étude comparative met en évidence quelques nuances :

- Les populations L et MP se distinguent assez nettement quant à la position relative de ces deux éléments, L accordant plus d'importance à la connaissance des définitions qu'à celle des théorèmes, MP ayant un comportement inverse. Ceci se concrétise par des écarts significatifs entre les deux populations¹¹⁶, les

¹¹⁶ Définitions

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 100 | 98,5 | * | |
| P2 | 93,5 | 83,3 | 2,140 | 3 % |
| R | 9,486 | 8,894 | 2,750 | 1 % |

définitions étant plus valorisées dans L que dans MP, les théorèmes dans MP que dans L. Ceci corrobore les résultats de la question ouverte.

- Dans les deux institutions, le sous-groupe fort considère moins souvent que le sous-groupe faible la connaissance des définitions comme indispensable. Ce phénomène est bien marqué dans MP avec un écart de 15 % entre les deux sous-groupes ce qui renvoie aux résultats de la partie C (un tiers des élèves de MP+ seulement considérait spontanément les définitions comme indispensables tandis qu'un tiers ne faisait aucune référence à ce type de connaissance). Dans L, l'écart est plus réduit. Par réunion de L+ et MP+ d'une part, L- et MP- d'autre part, nous obtenons un résultat faiblement significatif mais il fait écho à ce que nous avons obtenu pour la question ouverte avec une significativité plus marquée¹¹⁷ : $L+ \cup MP+ < L- \cup MP-$.
- Par rapport aux théorèmes, on observe la même différence de comportement¹¹⁸. L'écart est significatif entre L+ et L-, il est plus faible entre MP+ et MP- mais la question ouverte avait mis en évidence un décalage plus marqué entre ces deux sous-groupes. La réunion des sous-groupes de même niveau débouche sur un écart très significatif : $L+ \cup MP+ < L- \cup MP-$. Ceci est un élément de comparaison qui ne ressortait pas du dépouillement de la question ouverte et qui vient conforter les observations portant sur la hiérarchisation des énoncés : représentation plus importante dans les sous-groupes forts de la tendance à hiérarchiser les différents résultats du cours et inversement présence moindre des réponses les situant explicitement au même niveau.

Nous sommes donc en présence d'un faisceau d'indicateurs convergeant vers la même conclusion : indépendamment de l'institution, les meilleurs étudiants ont plus que les autres tendance à relativiser l'importance accordée à la connaissance des énoncés du cours, définitions comme théorèmes.

Théorèmes

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 99,1 | 1 | * | |
| P2 | 85,2 | 93,9 | 1,756 | 8 % |
| R | 8,855 | 9,182 | | NS |

¹¹⁷ Définitions

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|---|--------------------------|
| P2 | 90,7 | 95,6 | 93,5 | * | |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|---|--------------------------|
| P2 | 72,7 | 87,5 | 83,3 | * | |

Aucun test de significativité ne peut être appliqué si l'on s'en tient aux sous-groupes d'une même institution ; par regroupement, écart significatif au seuil de 14 % ($t = 1,493$) ; pour la question ouverte, nous avons obtenu cette même relation avec un écart significatif au seuil de 4 %.

¹¹⁸ Théorèmes

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P2 | 81,4 | 93,3 | 85,2 | 1,692 | 10 % |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|---|--------------------------|
| P2 | 86,4 | 95,8 | 93,9 | * | |

Entre la réunion des sous-groupes forts et la réunion des sous-groupes faibles, écart significatif au seuil de 5 % ($t = 2,041$).

b. Etudier les démonstrations du cours et connaître des exemples.

Pour les deux items considérés et dans les deux groupes, les avis positifs sont largement majoritaires mais il s'agit avant tout du jugement « Souvent utile ». Néanmoins un groupe non négligeable d'étudiants (aux alentours de 20 % dans L, de 30 % dans MP) considère ces aspects du travail comme superflus ou plutôt inutiles.

- Pour l'item Exemples, les écarts entre L et MP sont faibles ; on ne repère pas non plus de différence significative entre les sous-groupes de niveau¹¹⁹.
- Ce n'est pas le cas pour le second item : **l'étude des démonstrations occupe une place plus importante dans le groupe L que dans le groupe MP¹²⁰ : L > MP.** Ceci renvoie très exactement à l'un des résultats obtenus avec la question ouverte, les étudiants de L ayant spontanément plus cité les démonstrations que ceux de MP. Dans L, les items Démonstrations et Enseignant ont des rangs moyens très proches, nettement supérieurs à celui d'Exemples ; dans MP, Démonstrations et Exemples sont placés au même niveau, sensiblement au-dessous de l'item Enseignant. On peut donc penser que les commentaires de l'enseignant sont plus souvent privilégiés par rapport à l'étude des démonstrations dans MP que dans L.
- Pour cet item, les trois indicateurs sont dans L- inférieurs à ceux de L+ avec une valeur particulièrement marquante du rang moyen qui dans L+ situe l'étude des démonstrations au même niveau que la réflexion sur les erreurs, nettement devant l'item Enseignant¹²¹: L+ > L-. Il semblerait donc que, comme nous l'avions relevé sous une forme plus atténuée dans la question ouverte, la tendance consistant à considérer l'étude des démonstrations comme un élément important du travail à effectuer soit mieux représentée dans L+ que dans L-.
- MP+ et MP- ont un comportement voisin de celui de MP vis à vis de cet item comme du précédent : les élèves sont plus nombreux dans MP- que dans MP+ à juger ces deux éléments comme souvent utiles ou indispensables mais, pour les deux autres indicateurs, c'est dans MP+ que les valeurs sont les plus grandes.

¹¹⁹ Pour la question ouverte, les réponses des groupes L et MP n'ont fait apparaître aucune différence significative à propos de l'item *Exemples*, L+ le mentionne plus que L- sans toutefois lui accorder significativement plus souvent les deux cotations les plus élevées d'utilité, MP+ cite moins les exemples que le reste de MP. Dans la question I, MP considère moins souvent que L et MP- que le reste de MP les exercices comme sources d'idée à retenir.

¹²⁰ **Démonstrations**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 80,6 | 65,1 | 2,268 | 3 % |
| P2 | 9,3 | 4,5 | * | |
| R | 4,899 | 3,864 | 3,094 | 1 % |

¹²¹

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 81,4 | 77,8 | 80,6 | | NS |
| P2 | 16,3 | 6,7 | 9,3 | * | |
| R | 5,359 | 4,324 | 4,899 | 2,340 | 2 % |

2. Commentaires du ou des enseignants.

La compréhension des commentaires des enseignants est à plus de 90 % dans les deux groupes considérés positivement mais moins de 20 % des étudiants seulement la jugent indispensable. Il s'agit donc d'une position nuancée, commune aux deux institutions entre lesquelles on ne repère pas de différence significative ; les sous-groupes L+ et L- se comportent comme l'ensemble des étudiants de L.

Dans MP, MP+ et MP- se différencient nettement¹²². Plus du quart des élèves de MP+ juge indispensable cette dimension de l'étude (valeur de P2 la plus élevée) tandis qu'aucun élève de MP- n'est de cet avis ; dans la mesure où les élèves de MP+ ont plus que les autres tendance à modérer leurs avis, l'écart constaté ici peut être considéré comme doté de sens même s'il ne peut être évalué au plan statistique. Entre les rangs moyens, l'écart est hautement significatif ce qui se traduit au niveau de la hiérarchie des propositions : dans MP+, l'item « Enseignant » se situe derrière les items « Définitions », « Théorèmes » et « Erreurs » mais au niveau de l'item « Exercices non trouvés », nettement devant « Démonstrations », « Résolution » et « Exemples » ; dans MP-, seul l'item « Exercices non cherchés » a un rang moyen plus petit. Bien que nous n'ayons qu'un seul écart significatif, il semble raisonnable de retenir que **les élèves de MP+ sont plus nombreux à accorder de l'importance aux commentaires de l'enseignant que ceux de MP- : MP+ > MP-**

3. Objets d'étude liés à la résolution de problèmes.

a. Revenir sur les échecs.

Nous nous intéressons ici aux items « Réfléchir aux erreurs qu'on a commises » et « Etudier les corrections des exercices qu'on a vraiment cherchés et pas trouvés ». Si l'on excepte les définitions et théorèmes, ces objets d'étude sont ceux autour desquels se noue le consensus le plus marqué.

- Pour le retour sur les erreurs, les indicateurs P1 et P2 prennent des valeurs très voisines dans tous les groupes, plus de la moitié de l'effectif considérant le retour sur les erreurs comme indispensable. Souvenons-nous que 9 réponses seulement ont mentionné les erreurs dans le volet ouvert de l'enquête ; on peut penser que cette dimension du travail personnel est considérée comme une occasion de réflexion et pas de mémorisation. Le seul écart significatif concerne le rang moyen qui est nettement inférieur dans L à ce qu'il est dans MP¹²³, il s'agit là d'une différence au niveau de l'importance relative accordée aux deux objets d'étude examinés ici ainsi qu'à la résolution de problèmes.
- La population L accorde plus d'importance au retour sur les exercices non trouvés qu'à la compréhension des erreurs (les valeurs des trois indicateurs sont supérieures), c'est l'inverse dans MP. Dans un contexte commun d'avis positifs quasi unanimes, nous relevons chez les élèves de Spéciales une position un peu plus nuancée vis à vis de l'étude a posteriori des solutions d'exercices non

¹²² Commentaires de l'enseignant

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 95,5 | 91,7 | 90,9 | * | |
| P2 | 27,3 | 0 | 18,2 | * | |
| R | 5,955 | 3,417 | 4,788 | 3,935 | 0,1 % |

¹²³ « Erreurs » : dans L, R = 5,555 ; dans MP, R = 6,258 ; t = 2,175, écart significatif au seuil de 3 %.

trouvés malgré une véritable recherche¹²⁴. Ceci se concrétise par un écart très net au niveau du pourcentage d'avis Indispensable : $L > MP$.

- Dans L, pour les deux items considérés, les sous-groupes L+ et L- ont des comportements voisins.
- De même, l'item Erreurs donne lieu à des valeurs quasi identiques des trois indicateurs dans MP+ et MP-. Concernant l'étude des Exercices cherchés mais non trouvés, on observe des différences cohérentes mais non significatives : P1, P2 et R prennent des valeurs supérieures dans MP-.

b. Résoudre soi-même beaucoup d'exercices.

Cet item renvoie à une pratique personnelle de résolution, dépassant éventuellement le travail prescrit.

- Les deux institutions sont ici nettement différenciées¹²⁵ : **le groupe L accorde plus d'importance que le groupe MP à une résolution personnelle abondante : $L > MP$** . On note que l'item étudié ici est celui qui dans L obtient le plus fort rang moyen après ceux qui concernent les résultats du cours et que dans MP, il se situe au contraire nettement au-dessous des propositions concernant le retour sur les échecs. Cette observation qui concerne la hiérarchie des items est corrélée à ce que nous avons constaté à propos de l'item « Erreurs » : les élèves de L sont vraisemblablement plus nombreux à privilégier la résolution de beaucoup d'exercices par rapport au retour sur les erreurs alors que c'est l'inverse dans MP.
- Les sous-groupes de L ont à nouveau ici des comportements analogues.
- Par contre, cet item est l'objet d'une opposition tranchée entre MP+ et MP-, avec des écarts tout à fait significatifs pour les trois indicateurs¹²⁶ : **$MP+ < MP-$** . Nous constatons dans MP- un comportement très proche de celui de L, y compris au niveau de la position relative par rapport au retour sur les échecs. Dans MP+ en revanche, à peine plus de la moitié des élèves considère comme souvent utile ou indispensable de résoudre beaucoup d'exercices, l'avis Indispensable représentant moins d'un quart de l'effectif ; ces pourcentages sont de beaucoup les plus faibles observés pour cet item. Le rang moyen est non seulement inférieur à ceux des items précédemment étudiés mais également à

¹²⁴ Etudier les corrections des exercices cherchés et non trouvés

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 98,2 | 90,9 | * | |
| P2 | 63,9 | 42,4 | 2,765 | 1 % |
| R | 6,591 | 6,167 | | NS |

¹²⁵ Résoudre soi-même beaucoup d'exercices.

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 91,7 | 78,8 | 2,268 | 2 % |
| P2 | 41,7 | 31,8 | 1,299 | NS |
| R | 6,633 | 5,227 | 3,623 | 0,1 % |

¹²⁶ Résoudre soi-même beaucoup d'exercices

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 54,5 | 91,7 | 78,8 | 2,864 | 0,1 % |
| P2 | 22,7 | 50,0 | 31,8 | 1,914 | 6 % |
| R | 4,136 | 6,250 | 5,227 | 2,600 | 2 % |

ceux des items consacrés aux démonstrations et aux commentaires de l'enseignant¹²⁷. Ce comportement contribue largement à l'écart constaté entre L et MP mais il n'en est pas le seul responsable puisqu'on retrouve dans MPo certains des traits de MP+. **Est-il ou non utile de résoudre soi-même beaucoup d'exercices ? Cette question ne fait visiblement pas consensus dans MP, les élèves de MP+ ayant nettement plus tendance que ceux de MP- à répondre par la négative.**

c. Revenir sur les exercices qu'on a trouvés et sur ceux qu'on n'a pas cherchés.

Les deux populations sont très partagées à propos de ces items qui recueillent entre 40 % et 60 % d'avis positifs et obtiennent les rangs moyens les plus faibles. Ceci étant, L et MP se distinguent nettement :

- Dans L, un peu plus de la moitié des étudiants considèrent positivement l'étude de la correction des exercices qu'on a peu ou pas cherchés, un tiers est d'avis qu'un tel travail est indispensable. Pour les exercices cherchés et trouvés, les avis négatifs sont cette fois majoritaires, la réponse Indispensable est très rare. L'examen des rangs moyens confirme cette priorité accordée aux exercices non cherchés sur les exercices trouvés. Dans MP, le comportement est inversé à ceci près que dans les deux cas, les valeurs de P2 sont voisines de 10 %.
- Pour les exercices non cherchés, **L se distingue avant tout de MP par la présence d'un groupe relativement important d'étudiants qui voient dans l'étude des exercices non cherchés un aspect indispensable de leur travail¹²⁸ : L > MP.** Dans MP, cette dimension est plus souvent considérée comme moins utile qu'un retour sur les exercices cherchés et trouvés.
- Les étudiants qui accordent **une certaine importance au retour sur les exercices que l'on a soi-même résolu sont significativement plus nombreux dans MP que dans L¹²⁹ : L < MP.** Notons que pour MP, le rang moyen de l'item considéré est de peu inférieur à ceux des items « Démonstrations » et « Exemples », on peut penser que la position relative dans le classement demandé de ces trois items est relativement variable suivant les élèves.
- L+ et L- ne se différencient pas à propos des exercices non cherchés.
- Pour les exercices trouvés, les différents indicateurs donnent à propos de L+ et L- des informations contradictoires ; seul l'écart portant sur le rang moyen est significatif : le rang est plus élevé dans L- que dans L+. Dans L-, les items

¹²⁷ Dans la mesure où les réponses de MP+ sont marquées d'une tendance à relativiser qui minore la valeur de P2, il est important que le rang moyen R confirme ici de manière tout à fait nette le résultat obtenu pour le deuxième indicateur.

¹²⁸ **Etudier les corrections des exercices non cherchés**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 52,8 | 42,4 | 1,325 | NS |
| P2 | 31,5 | 9,1 | 3,405 | 0,1 % |
| R | 3,510 | 3,000 | | NS |

¹²⁹ **Etudier les corrections des exercices cherchés et trouvés**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 38,9 | 54,5 | 2,014 | 5 % |
| P2 | 7,4 | 10,6 | | NS |
| R | 2,980 | 3,652 | 1,860 | 7 % |

« Exemples » et « Exercices Trouvés » ont des rangs moyens tout à fait proches, ce n'est pas le cas dans L+, ceci conduit à penser que la position respective de ces deux items est plus fluctuante dans L-¹³⁰.

- Vis à vis de l'étude des exercices qui n'ont pas fait l'objet d'une réelle recherche personnelle, MP et MP- se comportent de manière voisine. Le sous-groupe MP+ quant à lui renforce la différence entre L et MP : les trois indicateurs prennent dans MP+ des valeurs inférieures à celles de MP- mais aucun écart n'est significatif¹³¹ (la comparaison de MP+ au reste de MP est plus probante au niveau de P1 : **MP+ < Reste MP**). Il semblerait que l'étude des exercices non cherchés soit plus souvent considérée négativement dans MP+ que dans le reste de MP.
- MP+ ne se différencie guère de MP à propos des exercices que l'on a soi-même résolus, si ce n'est par un pourcentage P2 égal à 0. On observe en revanche dans MP- des valeurs nettement plus élevées que dans MP+ et MP des trois indicateurs¹³² mais il faut de nouveau comparer au reste de MP pour obtenir un écart significatif au niveau de P1 : **MP- > Reste MP**. On peut noter que dans MP-, l'item Exercices Trouvés a un rang moyen supérieur aux items Démonstrations et surtout Exemples, ce n'est pas le cas dans MP+. Il semble donc que **l'étude des exercices que l'on a soi-même résolus ait dans MP- plus d'importance que dans le reste de MP**. Remarquons que nous sommes conduits dans les deux institutions à envisager que les étudiants des sous-groupes faibles soient plus nombreux que ceux des sous-groupes forts à privilégier le retour sur les exercices trouvés par rapport à la connaissance d'exemples.

4. Synthèse.

a. Tableau récapitulatif

Le tableau suivant récapitule les écarts significatifs mis en évidence, il est établi sur les mêmes bases¹³³ que ses prédécesseurs des parties C et D.III.

¹³⁰ Etudier les corrections des exercices cherchés et trouvés

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 44,2 | 35,6 | 38,9 | | NS |
| P2 | 7,0 | 6,7 | 7,4 | | NS |
| R | 2,537 | 3,394 | 2,980 | 1,860 | 7 % |

¹³¹ Etudier les corrections des exercices non cherchés

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 27,3 | 41,7 | 42,4 | 1,023 | NS |
| P2 | 0 | 16,7 | 9,1 | * | NS |
| R | 2,318 | 3,083 | 3,000 | | NS |

Pour la comparaison MP+/Reste MP au niveau de P1 : $t = 1,761$, significatif au seuil de 8 %.

¹³² Etudier les corrections des exercices cherchés et trouvés

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 50,0 | 70,8 | 54,5 | 1,446 | 15 % |
| P2 | 0,0 | 25,0 | 10,6 | * | |
| R | 3,682 | 4,250 | 3,652 | 0,763 | NS |

Pour la comparaison MP- /Reste MP au niveau de P1: $t = 2,008$, significatif au seuil de 5 %.

¹³³ Voir page 54

| Item | Comparaison | P1 : Tjs/Souvent | P2 : Toujours | Rang moyen |
|--|--|---------------------|--|---------------|
| Connaître les définitions | L > MP L+ < L- MP+ < MP- L+U MP+ < L- U MP- | | 3 % Non testé (5 %) Non testé (15 %) 14 % | 1 % |
| Connaître les théorèmes | L < MP L+ < L- MP+ < MP- L+U MP+ < L- U MP- | | 8 % 10 % Non testé (9 %) 5 % | |
| Etudier les démonstrations du cours | L > MP L+ > L- | 3 % | Non testé (9 %) Non testé (10 %) | 1 % 2 % |
| Connaître des exemples | | | | |
| Comprendre les commentaires de l'enseignant | MP+ > MP- | | Non testé (27,3 %) | 0,1 % |
| Réfléchir aux erreurs qu'on a commises | | | | |
| Etudier les corrections d'exercices qu'on a vraiment cherchés et non trouvés | L > MP | | 1 % | |
| Résoudre soi-même beaucoup d'exercices | L > MP MP+ < MP- | 2 % 0,1 % | 6 % | 0,1 % 2 % |
| Etudier les corrections d'exercices peu ou pas cherchés. | L > MP MP+ < Reste MP | 8 % | 0,1 % | |
| Etudier les corrections d'exercices qu'on a vraiment cherchés et trouvés | L < MP MP+ < MP- Reste MP < MP- | 5 % 15 % 5 % | Non testé (25 %) | 7 % |

b. Résultats concernant les objets d'étude liés au texte du cours et le discours de l'enseignant.

Comme on pouvait s'y attendre, les étudiants considèrent presque unanimement qu'il est indispensable de connaître les **définitions** et les **théorèmes** mais les deux groupes n'ont pas le même comportement vis à vis des deux items : la connaissance des définitions est moins souvent considérée comme indispensable par les élèves de Spéciales que par les étudiants de l'université, les théorèmes plus souvent. Les écarts mis en évidence sont significatifs et recourent exactement les résultats obtenus dans les réponses à la question ouverte.

La différenciation relevée ci-dessus entre les populations L et MP n'est pas reproduite par les sous-groupes de niveau qui sont partagés de la même façon par les deux items : dans les deux institutions, les sous-groupes forts accordent moins d'importance que les faibles à la connaissance de ces deux types d'énoncés mathématiques.

L'étude des **démonstrations**, la connaissance d'**exemples** et la compréhension des **commentaires de l'enseignant** sont également considérées positivement par une majorité mais de manière moins unanime et plus nuancée (plus d'avis Souvent Utile et d'avis négatifs). Seule la première donne lieu à des écarts notables entre les deux institutions : l'étude des démonstrations est une modalité du travail qui semble occuper une place plus importante chez les étudiants de L que chez ceux de MP. Ceci croise un résultat obtenu lors du dépouillement de la question ouverte : dans leurs réponses, les étudiants de L citent spontanément les démonstrations plus souvent que ceux de MP. Seul le travail sur les démonstrations différencie les sous-groupes de niveau de L : il est plus répandu chez les meilleurs étudiants que chez les plus faibles. En Spéciales, MP+

et MP- ne se distinguent que par leur position vis à vis des commentaires de l'enseignant, sensiblement plus valorisés dans MP+. On peut penser que les élèves les plus forts, presque tous redoublants, sont plus disponibles pour entendre ce qui vient nécessairement en sus du texte du cours.

Interprétation.

Si nous rapprochons les observations réalisées dans les différentes questions (I, II et volet ouvert), nous constatons qu'à l'exception de ce qui concerne la connaissance des théorèmes, tous les écarts significatifs mis en évidence entre les deux institutions pour les items liés au cours¹³⁴ vont dans le sens d'une plus grande importance accordée chez les étudiants de la population issue de l'université au travail sur les différentes dimensions du texte de cours. Ceci pourrait être interprété comme la trace au niveau des étudiants d'une position différente des deux institutions à l'égard du savoir savant mathématique : but en soi à l'université, instrument au service d'autres disciplines en classes préparatoires. Plusieurs éléments (finalités professionnelles de la formation, spécificités des enseignants) rendent cette hypothèse vraisemblable¹³⁵. Le résultat obtenu quant à la connaissance des théorèmes peut s'intégrer à ce cadre interprétatif : il est possible que le professeur de la classe de Spéciales MP fasse un emploi très sélectif de la dénomination « Théorème » visant à pointer les résultats importants du point de l'utilisation ; à l'université, dans une perspective d'exploration d'un domaine particulier, l'enseignant adopterait un point de vue plus détaillé et moins différencié.

Nous sommes donc amenés à envisager que les caractéristiques respectives des deux institutions étudiées, maintes fois mentionnées dans ce cahier, se traduisent par des structurations différentes du texte du savoir (mettant en avant des faits saillants dans le cas du programme annuel, s'attardant sur les détails dans le cas des UV spécialisées), c'est l'une des dimensions que pourrait aborder une étude comparative de deux enseignements effectifs.

Il est intéressant de constater que dans ces deux contextes distincts, l'attitude consistant à relativiser et à hiérarchiser (voir question ouverte) l'importance attribuée aux différents résultats du cours est plus répandue chez les étudiants qui réussissent le mieux aux épreuves d'évaluation (celles-ci reposent, rappelons-le, sur la résolution de problèmes, à l'exclusion de questions de cours) ; on peut penser que cette prise de distance par rapport au savoir savant exposé est dialectiquement liée à l'acquisition de connaissances sur le fonctionnement mathématique (une sélection des concepts et des théorèmes sur critère d'utilité pour la résolution de problèmes est une modalité de telles connaissances, elle est peut-être une condition nécessaire à la mémorisation de connaissances non formulées dans le texte du cours, voir p. 39).

¹³⁴ Entre autres, les deux items de la question I exprimant une contribution des exercices à l'étude du cours.

¹³⁵ Nous n'excluons pas un autre niveau d'explication : l'attention particulière portée au cours serait rendue nécessaire par la difficulté qu'auraient de nombreux étudiants à comprendre le cours au moment où il est exposé ; la forme usuelle des exposés magistraux en amphithéâtre en vigueur à l'université, du moins pendant les premières années, pourrait constituer un obstacle à une communication adaptée aux étudiants.

c. Résultats concernant les objets d'étude liés à la résolution de problèmes.

Si l'on excepte la réflexion sur les erreurs, tous les items concernant les exercices différencient les deux institutions. Dans un contexte commun d'avis très majoritairement positifs, résoudre soi-même beaucoup d'exercices et étudier les corrections d'exercices cherchés mais non trouvés sont des activités considérées comme plus importantes dans L que dans MP ; il en est de même pour l'item plus controversé consacré à l'étude des solutions d'exercices qui n'ont pas été véritablement cherchés. Seul le cas des exercices cherchés et trouvés donne lieu à une position relative inverse.

Au sein de la population L, les résultats concernant ces items sont indépendants du niveau. Dans le groupe MP, les sous-groupes sont très nettement différenciés par l'item « Résoudre soi-même beaucoup d'exercices » ; MP+ accorde beaucoup moins d'importance à cette dimension du travail personnel que MP- dont le comportement est analogue à celui de L. Le même phénomène s'observe, de manière atténuée, pour les trois items consacrés à l'étude des corrections d'exercices que les élèves de MP+ sont à chaque fois moins nombreux que ceux de MP- à juger positivement (des écarts significatifs sont mis en évidence sauf pour le cas des exercices cherchés mais non trouvés).

Interprétation

Concernant les différences repérées entre les deux institutions, nous avancerons les interprétations suivantes.

A l'université, le travail prescrit institutionnellement et obligatoire est réduit. Dans ces conditions, les étudiants doivent chercher eux-mêmes plus d'exercices que ce qui leur est imposé, à commencer par les exercices qui leur sont proposés dans les fiches de préparation des TD (certains étudiants prolongeant éventuellement ces travaux grâce à des livres d'exercices ou à des annales comme nous l'avons vu dans quelques réponses à la question ouverte). Or cette attitude n'est pas spontanément répandue au début de la scolarité universitaire¹³⁶. On peut considérer que les étudiants de la population L ont exprimé à travers leur choix sur l'item « Résoudre soi-même beaucoup d'exercices » le résultat d'une prise de conscience personnelle de ce qu'il faut faire (ou de ce qu'il faudrait faire) pour réussir. En classes préparatoires en revanche, les prescriptions sont beaucoup plus abondantes et pressantes (en mathématiques et dans les autres disciplines) ; il est plausible que dans ces conditions les élèves centrent leur activité sur les exercices proposés par l'enseignant, considérés comme suffisants (en accordant même une importance toute relative à ce qui n'est pas ressenti comme l'essentiel du cours, par exemple aux démonstrations)¹³⁷. Par ailleurs, nous avons vu dans la question I qu'était plus présente dans la population L la conception d'un apprentissage de la résolution de problèmes par un entraînement relativement déconnecté de l'idée de transfert ; dans cette perspective, la réussite est naturellement associée à une pratique personnelle intensive, ce que nous trouvons ici est donc cohérent avec la différence mise en évidence par la question précédente.

¹³⁶ Sur 78 étudiants ayant répondu au questionnaire institutionnel d'évaluation de l'enseignement du DEUG Sciences de la Matière en 2001 (université de Rouen), plus de 80 % disent ne pas préparer les TD à l'avance. Bien sûr, ceci concerne des étudiants de fin de première année, on peut penser qu'en licence, cette position serait moins représentée.

¹³⁷ Nous reviendrons plus loin sur le comportement de MP- qui accorde la même importance que L à la résolution de beaucoup d'exercices ; les élèves faibles semblent plus nombreux à se sentir obligés de travailler dans toutes les directions.

Ceci étant, l'importance accordée à l'étude des solutions d'exercices non cherchés par plus de la moitié des étudiants de l'université laisse à penser que pour un certain nombre d'entre eux, l'intention louable « Résoudre soi-même beaucoup d'exercices » n'est pas toujours traduite dans les faits. Il est notamment vraisemblable que persiste chez certains l'attitude consistant à ne pas chercher avant la séance les fiches d'énoncés distribuées en vue des Travaux Dirigés ; or, la forme de travail usuelle consiste à corriger les exercices après un temps de recherche court sinon directement, ce qui a pour conséquence de confronter les étudiants à l'étude des solutions d'exercices qu'ils n'ont pas véritablement cherchés. Ce travail se justifie particulièrement dans le cas où les exercices rencontrés sont considérés comme très voisins de ceux qui seront posés à l'examen, point de vue dont nous avons montré qu'il était plus répandu dans la population L. Inversement, il est vraisemblable que la pression au travail¹³⁸, les formes du travail prescrit lui-même en classe préparatoire sont tels que le corpus des exercices véritablement cherchés, particulièrement par les meilleurs élèves, est assez étendu pour rendre inutile (mais aussi difficile, compte tenu de la masse des choses à faire) la prise en compte d'exercices non cherchés. Ce point de vue s'explique d'autant mieux que les épreuves d'évaluation sont envisagées comme des confrontations à des problèmes que l'on ne peut escompter avoir déjà traité.

Les mêmes éléments permettent d'interpréter le résultat concernant les exercices cherchés et résolus. Revenir sur leur solution n'est guère motivé lorsque l'examen est envisagé comme constitué de questions à peu de choses près déjà rencontrées ; plus généralement, cette forme de l'étude passe à l'arrière-plan si d'autres sont tenues pour essentielles. Elle peut au contraire occuper une certaine place dans le cadre d'une exploitation maximale du travail prescrit et ce d'autant qu'un enjeu d'apprentissage dépassant l'exercice lui-même est attribué au retour sur la correction. Or, si la contribution des exercices à la compréhension et à l'illustration du cours est plus forte dans L, nous avons vu que la conception « exercices : source d'idées à retenir » était plus répandue dans la population MP et surtout que les élèves y étaient plus nombreux à envisager la possibilité de transferts entre des exercices qui ne soient pas nécessairement très voisins. Ces deux derniers résultats présentent donc une nette cohérence avec celui que nous obtenons ici à propos de l'étude des solutions d'exercices résolus.

Enfin, comme nous l'avions prévu, le travail consacré aux échecs d'une pratique effective de résolution est un objet de très fort consensus, quasiment indépendant de l'institution. Cette unanimité pose comme une dimension incontournable de notre recherche l'étude des conditions dans lesquelles les étudiants sont amenés à chercher eux-mêmes des problèmes de manière approfondie¹³⁹ ; les éléments que nous avons déjà évoqués sur les conditions respectives de l'enseignement à l'université et en CPGE nous conduisent à considérer a priori que les deux institutions ne sont pas équivalentes sur ce point.

Les différences de réussite ne correspondent pas dans la population universitaire à des comportements distincts vis à vis des exercices. Dans la classe préparatoire étudiée, tous les écarts mis en évidence entre MP+ et MP- vont dans le sens déjà rencontré : les élèves les plus forts relativisent le rôle des objets d'étude présentés dans le

¹³⁸ Une comparaison du nombre des travaux écrits prescrits par les deux institutions est à mener.

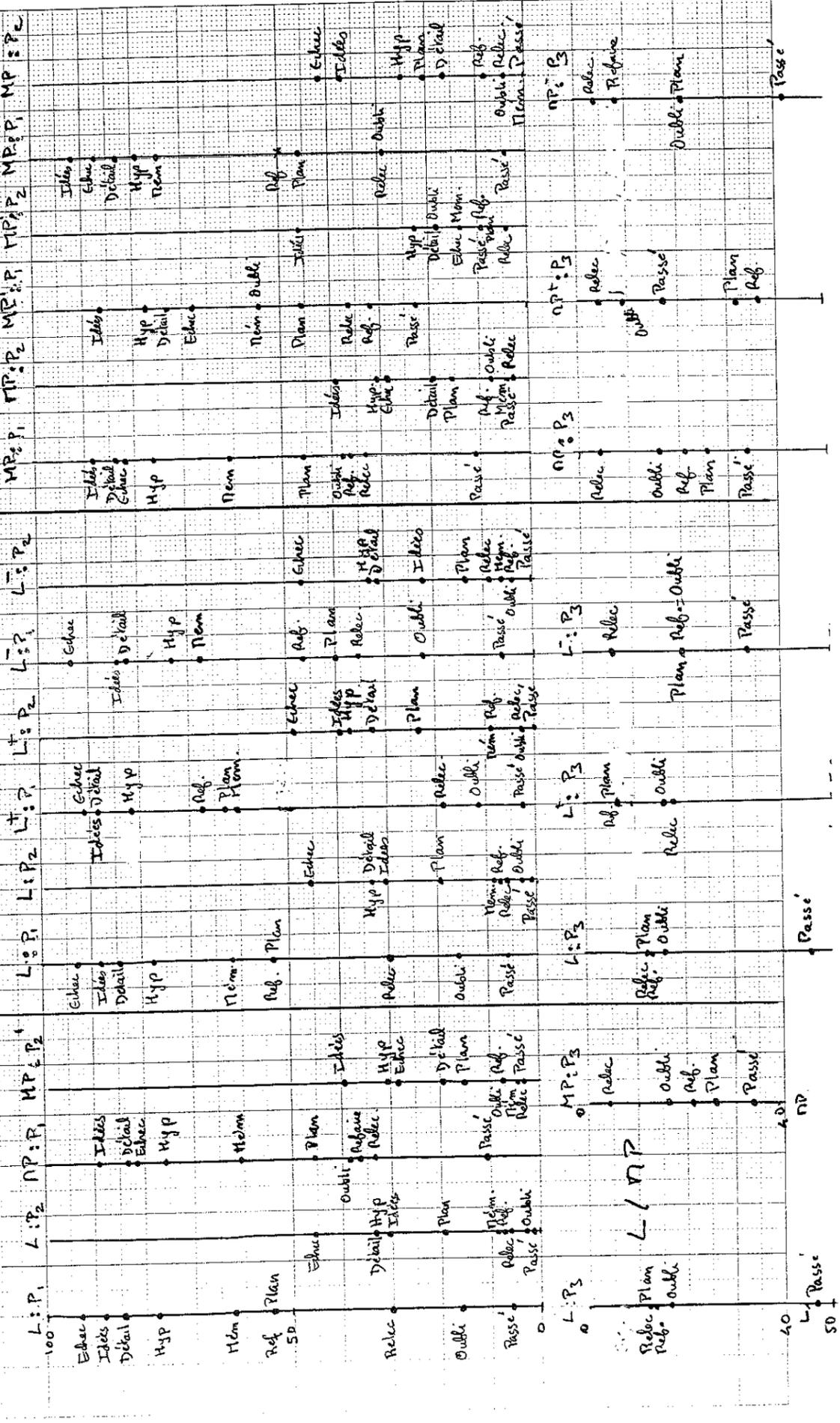
¹³⁹ On peut ainsi par exemple différencier a priori les travaux de résolution selon la nature des problèmes proposés (analyse des niveaux de mise en fonctionnement des notions – A. Robert 1998-) selon qu'ils donnent ou non lieu à une rédaction destinée à autrui, qu'ils sont ou non effectués en temps limité, que les erreurs sont pointées par l'enseignant ou appréciées par l'étudiant au regard d'un corrigé trouvé dans un manuel ou donné par un enseignant.

Question III

L / MP

L / L+ / L-

MP / MP+ / MP-



Le premier tableau donne la fréquence F1 des opinions « Quelque chose que je fais systématiquement » ou « Quelque chose que je fais souvent », le second tableau la fréquence F2 de la première des deux. La valeur de F1 étant faible pour plusieurs items, nous avons pris en compte la fréquence F3 de l'avis « Je ne fais jamais cela » dans l'analyse, elle figure dans le troisième tableau.

| F1 | Passé | Relect | Détail | Refaire | Hyp | Plan | Echec | Idées | Mém | Oubli |
|------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 0,023 | 0,186 | 0,884 | 0,674 | 0,814 | 0,628 | 0,907 | 0,883 | 0,605 | 0,116 |
| Lo | 0,100 | 0,400 | 0,800 | 0,400 | 0,800 | 0,650 | 0,950 | 0,900 | 0,550 | 0,100 |
| L- | 0,067 | 0,356 | 0,822 | 0,466 | 0,733 | 0,400 | 0,934 | 0,844 | 0,667 | 0,222 |
| L-- | 0,081 | 0,324 | 0,810 | 0,486 | 0,729 | 0,378 | 0,946 | 0,838 | 0,676 | 0,243 |
| MP+ | 0,227 | 0,363 | 0,727 | 0,318 | 0,772 | 0,455 | 0,681 | 0,864 | 0,545 | 0,546 |
| MPo | 0,050 | 0,350 | 0,950 | 0,250 | 0,700 | 0,450 | 0,900 | 0,900 | 0,500 | 0,300 |
| MP- | 0,042 | 0,292 | 0,834 | 0,500 | 0,792 | 0,458 | 0,875 | 0,917 | 0,750 | 0,292 |
| L | 0,055 | 0,297 | 0,842 | 0,537 | 0,777 | 0,537 | 0,926 | 0,871 | 0,620 | 0,158 |
| MP | 0,106 | 0,333 | 0,833 | 0,364 | 0,758 | 0,455 | 0,818 | 0,894 | 0,606 | 0,379 |
| Tous | 0,074 | 0,310 | 0,839 | 0,471 | 0,770 | 0,506 | 0,885 | 0,879 | 0,615 | 0,241 |

| F2 | Passé | Relect | Détail | Refaire | Hyp | Plan | Echec | Idées | Mém | Oubli |
|------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 0,000 | 0,023 | 0,326 | 0,093 | 0,372 | 0,233 | 0,488 | 0,395 | 0,093 | 0,023 |
| Lo | 0,050 | 0,050 | 0,400 | 0,050 | 0,250 | 0,250 | 0,350 | 0,300 | 0,050 | 0,000 |
| L- | 0,000 | 0,089 | 0,311 | 0,044 | 0,333 | 0,133 | 0,467 | 0,222 | 0,067 | 0,044 |
| L-- | 0,000 | 0,108 | 0,324 | 0,054 | 0,324 | 0,135 | 0,432 | 0,270 | 0,054 | 0,054 |
| MP+ | 0,091 | 0,045 | 0,182 | 0,091 | 0,227 | 0,091 | 0,136 | 0,455 | 0,136 | 0,182 |
| MPo | 0,000 | 0 | 0,250 | 0,050 | 0,450 | 0,150 | 0,300 | 0,350 | 0,000 | 0,000 |
| MP- | 0,000 | 0,042 | 0,167 | 0,083 | 0,250 | 0,208 | 0,417 | 0,375 | 0,000 | 0,042 |
| L | 0,009 | 0,056 | 0,333 | 0,065 | 0,333 | 0,194 | 0,454 | 0,306 | 0,074 | 0,028 |
| MP | 0,030 | 0,030 | 0,197 | 0,076 | 0,303 | 0,152 | 0,288 | 0,394 | 0,045 | 0,076 |
| Tous | 0,017 | 0,046 | 0,282 | 0,069 | 0,322 | 0,178 | 0,391 | 0,339 | 0,063 | 0,046 |

| F3 | Passé | Relect | Détail | Refaire | Hyp | Plan | Echec | Idées | Mém | Oubli |
|------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 0,588 | 0,186 | 0,023 | 0,070 | 0,023 | 0,070 | 0,023 | 0,023 | 0,047 | 0,163 |
| Lo | 0,500 | 0,100 | 0,000 | 0,100 | 0,100 | 0,050 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,100 |
| L- | 0,333 | 0,067 | 0,000 | 0,200 | 0,044 | 0,200 | 0,000 | 0,000 | 0,044 | 0,200 |
| MP+ | 0,182 | 0,045 | 0,091 | 0,364 | 0,045 | 0,318 | 0,045 | 0,000 | 0,091 | 0,091 |
| MPo | 0,400 | 0,050 | 0,000 | 0,200 | 0,000 | 0,250 | 0,000 | 0,000 | 0,200 | 0,200 |
| MP- | 0,417 | 0,042 | 0,000 | 0,083 | 0,042 | 0,208 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,208 |
| L | 0,454 | 0,120 | 0,009 | 0,130 | 0,046 | 0,120 | 0,009 | 0,009 | 0,037 | 0,167 |
| MP | 0,333 | 0,045 | 0,030 | 0,212 | 0,030 | 0,258 | 0,015 | 0,000 | 0,091 | 0,167 |
| Tous | 0,408 | 0,092 | 0,017 | 0,161 | 0,040 | 0,172 | 0,011 | 0,006 | 0,057 | 0,167 |

3. Comment sont situées les unes par rapport aux autres les différentes formes de l'étude proposées ?

a. Dans la population L+

Quatre modalités de l'étude apparaissent comme des pratiques à la fois très répandues et usuelles, il s'agit de la compréhension détaillée, du retour sur les échecs, de l'analyse du rôle des hypothèses et de la recherche d'idées à retenir : plus de 80 % des étudiants déclarent y recourir systématiquement ou souvent (entre 30 % et 50 % pour la première de ces positions).

Dégager le plan de la solution, refaire cahier fermé et mémoriser grossièrement la situation sont des pratiques un peu moins courantes (P1 entre 60 % et 70 %, P2 voisin de 25 % pour la première modalité, inférieure à 10 % pour les deux autres), elles semblent avoir néanmoins une certaine légitimité puisque rares sont les étudiants qui déclarent ne jamais y avoir recours.

Enfin les trois propositions correspondant à une faible prise en compte des corrections sont, comme on pouvait s'y attendre, très minoritaires, P2 étant inférieur à 20 % c'est-à-dire que plus de 80 % de la population choisissent les positions « Jamais » ou « Rarement »¹⁴⁵. L'affirmation « Il fait partie du passé, je n'y reviens pas » est particulièrement rejetée puisqu'à son propos, P3 frise les 60 % (un peu moins de 20 % pour les deux autres). Donc dans L+, une majorité déclare que cela ne leur arrive jamais de ne pas revenir un minimum sur les corrections d'exercices.

b. Dans la population MP+.

La proposition « J'essaie de dégager des idées à retenir » se distingue nettement des autres ; elle est l'objet d'un fort consensus (P1 : plus de 80 %, P2 : plus de 40 %). Viennent ensuite les trois formes de l'étude déjà rencontrées en tête des pratiques dans L+ (P1 : entre 65 % et 80 %, l'avis Systématique représentant toujours moins d'un quart de la population).

Par rapport au second groupe d'items distingué dans L+, MP+ présente un comportement relativement différent, minorant la place attribuée aux formes de l'étude concernées. Mémoriser grossièrement la situation étudiée est une attitude qui recueille une petite majorité d'avis systématiquement ou souvent dont environ 15 % pour la première position, la réponse Jamais est rare. Les deux propositions « Je dégage le plan de la solution » et « Je refais cahier fermé » sont beaucoup plus contestées puisqu'une minorité d'élèves (un tiers environ pour la seconde) déclarent y recourir systématiquement ou souvent, la réponse Jamais représentant par contre presque un tiers du groupe.

Parmi les items correspondant à une certaine négligence, on trouve une valeur de P1 supérieure à 50 % pour « j'oublie assez rapidement l'exercice » qui est donc une attitude assez répandue, systématique pour près de 20 % de MP+. Une relecture grossière est une forme de retour sur l'exercice pratiquée systématiquement ou souvent

¹⁴⁵ On peut donc penser que cette proposition est bien interprétée dans le sens « je me contente de relire grossièrement la correction » et non comme une première étape d'une étude plus approfondie. Le caractère négatif du terme « grossièrement » est semble-t-il pris en compte.

par environ un tiers des élèves, son rejet absolu est très rare. Enfin, la position la plus radicale de non retour est adoptée fréquemment par un peu plus de 20 %, l'avis Jamais apparaît dans la même proportion.

c. Dans les populations L- et MP-.

Les étudiants des deux sous-groupes faibles donnent des réponses proches de celles que nous avons trouvées dans L+ pour les quatre formes de l'étude les plus répandues ainsi que pour la proposition « je mémorise grossièrement la solution », à quelques écarts près : moindre importance accordée aux items consacrés aux hypothèses et aux idées à retenir dans L-, aux hypothèses et à la compréhension détaillée dans MP- ; au contraire, valorisation de la mémorisation, surtout dans MP-.

Par contre, refaire cahier fermé et s'intéresser au plan sont des modalités de travail rares pour environ 60 % des étudiants, le pourcentage de ceux qui n'y recourent jamais n'étant pas du tout négligeable.

Le consensus autour du rejet des trois dernières attitudes est moins net que dans L+ mais n'est pas autant contesté que dans MP+ ; cette position intermédiaire entre les deux sous-groupes forts présente des variations, elle est proche de MP+ pour « Je relis grossièrement la correction », de L+ pour les deux autres.

Structure des réponses

Dans L+

| | | |
|--|--|--|
| Echec, Idées, Détail, Hyp P1 > 80 % 30 % < P2 < 50 % | Refaire, Plan, Mémoriser 60 % < P1 < 70 % 5 % < P2 < 25 % P3 < 10 % | Relecture, Oubli, Passé P1 < 20 % P2 < 5 % 20 % < P3 < 60 % |
|--|--|--|

Dans MP- et L-

| | | | |
|--|-------------------------------------|---|--|
| Echec, Idées, Détail, Hyp P1 > 70 % 15 % < P2 < 50 % | Mémoriser P1 ≈ 70 % P2 < 10 % | Refaire, Plan, Relecture, Oubli 20 % < P1 < 50 % P2 < 20 % P3 < 20 % | Passé P1 < 10 % 30 % < P3 < 45 % |
|--|-------------------------------------|---|--|

Dans MP+

| | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|---------------------------------|
| Idées P1 > 80 % P2 ≈ 45 % | Echec, Détail, Hyp 65 % < P1 < 80 % 10 % < P2 < 25 % | Mémoriser, Oubli P1 ≈ 55 % P2 ≈ 15 % P3 < 10 % | Plan, Relecture, Refaire 30 % < P1 < 50 % P2 < 10 % P3 < 40 % | Passé P1 ≈ 25 % P3 ≈ 20 % |
|---------------------------------|--|---|--|---------------------------------|

Tendances communes

- Le retour sur les exercices est une attitude largement majoritaire¹⁴⁶ puisque moins de 10 % des étudiants déclarent considérer que la plupart du temps les exercices déjà résolus font partie du passé et ne sont donc pas l'objet d'un travail a posteriori.
- Quatre formes de l'étude sont l'objet d'un fort consensus, trois correspondent à une reprise approfondie de la correction sans objectif explicite de mémorisation, la quatrième consiste en un travail de repérage d'éléments à retenir. Notons que conformément à ce que nous avons systématiquement trouvé dans les autres questions, le retour sur les échecs personnels de l'activité de recherche de l'étudiant est une dimension plébiscitée.
- Enfin, les différents groupes ont des comportements assez semblables vis à vis d'une mémorisation approximative de la situation, attitude adoptée par un peu plus de la moitié des étudiants.

Les quatre items restants (dégager le plan, refaire cahier fermé, relire grossièrement la correction, oublier assez rapidement l'exercice) sont par contre l'objet de variations importantes, y compris pour la première fois entre les sous-groupes de niveau de L.

4. Recherche des écarts entre institutions et entre niveaux.

a. Les formes de travail visant une étude détaillée de la correction.

« J'étudie particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre »

Cette proposition renvoie aux items « Réfléchir aux erreurs qu'on a commises » et « Etudier les corrections d'exercices qu'on a vraiment cherchés et pas trouvés » de la question II.

- La pratique en question ici fait moins nettement consensus dans MP que dans L¹⁴⁷ : $L > MP$. Ceci confirme une différence de comportement déjà constatée dans la question II à propos du second des deux items rappelés ci-dessus.
- Les sous-groupes L+ et L- se comportent exactement comme L.
- Le sous-groupe MP+ accentue le comportement observé dans MP, il en est en réalité le principal responsable. Les deux pourcentages observés dans MP+ sont de loin les plus bas relevés dans les différents sous-groupes ; par contre, MP- (comme MPo) se rapproche de L : P2 donne lieu à un écart significatif ($MP+ < MP-$). Dans la question II, les trois indicateurs donnent cette même relation pour l'item consacré aux exercices non trouvés bien que cherchés, sans écart significatif.

¹⁴⁶ Du moins, cette attitude est-elle ressentie comme attendue par l'institution, souhaitable ; il est clair que nous ne savons pas jusqu'à quel point les déclarations sont conformes aux actes.

¹⁴⁷ J'étudie particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre.

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 92,6 | 81,8 | 2,162 | 3 % |
| P2 | 45,4 | 28,8 | 2,175 | 3 % |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 68,1 | 87,5 | 81,8 | * | |
| P2 | 13,6 | 41,7 | 28,8 | 2,109 | 5 % |

« Je cherche à comprendre dans le détail la solution. »

- L et MP se différencient significativement sur le pourcentage d'avis Systématiquement¹⁴⁸ qui représente un tiers de la population dans L et un peu moins de 20 % dans MP : L > MP. Les étudiants de L sont plus nombreux que ceux de MP à viser systématiquement une compréhension détaillée des corrections d'exercices.
- Dans L, les deux sous-groupes ont des comportements voisins, proche de celui de L.
- MP+ est le groupe pour lequel la valeur de P1 est la plus faible ; par contre, il ne se distingue pas de MP- pour le pourcentage d'avis Systématiquement, il n'est donc pas particulièrement responsable de l'écart relevé ci-dessus entre L et MP.

« J'essaie de voir où ont servi les hypothèses ».

Cette proposition ne donne lieu à aucune différence notable. Les populations L et MP, MP+ et MP- ont des comportements très voisins. Entre L+ et L-, on remarque que les indicateurs P1 et P2 sont supérieurs pour le sous-groupe fort mais les écarts ne sont pas significatifs.

« Je dégage le plan de la solution ».

La forme de travail évoquée dans cette proposition est beaucoup moins répandue que les précédentes, l'attitude des étudiants à son propos est assez diversifiée avec une présence non négligeable des avis extrêmes.

- Dans ce contexte, L et MP se distinguent par le pourcentage d'avis « Je ne fais jamais cela » (P3) nettement plus élevé dans MP où cette pratique apparaît donc comme plus ignorée que dans L¹⁴⁹ : L > MP¹⁵⁰.

¹⁴⁸ **Je cherche à comprendre dans le détail la solution**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 84,2 | 83,3 | | NS |
| P2 | 33,3 | 19,7 | 1,940 | 6% |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|---|--------------------------|
| P1 | 72,7 | 83,4 | 83,3 | * | |
| P2 | 18,2 | 16,7 | 19,7 | | NS |

L'écart au niveau de P1 ne peut être testé par insuffisance d'effectif (np < 5) y compris si l'on compare MP+ au reste de MP.

¹⁴⁹ **Je dégage le plan de la solution**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 53,7 | 45,5 | | NS |
| P2 | 19,4 | 15,2 | | NS |
| P3 | 12,0 | 25,8 | 2,324 | 1 % |

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 62,8 | 40,0 | 53,7 | 2,137 | 4 % |
| P2 | 23,3 | 13,3 | 19,4 | 1,206 | NS |
| P3 | 7,0 | 20,0 | 12,0 | 1,779 | 8 % |

¹⁵⁰ Nous utilisons la notation employée jusqu'à présent pour signifier qu'une institution accorde plus d'importance qu'une autre à un item, alors même que dans le cas présent c'est à une relation P3(L) < P3(MP) que nous devons notre conclusion.

- Cette fois, les sous-groupes de L sont différenciés par cet item, ceux de L+ étant plus nombreux que ceux de L- à effectuer ce genre de travail : L+ > L-.
- Pour cet item, on relève à nouveau une certaine minoration de ce type d'étude dans MP+ où le pourcentage d'avis Systématiquement, inférieur à 10 %, est le plus bas de tous les groupes et le pourcentage d'avis Jamais avec plus de 30 % le plus élevé. Cependant aucun écart significatif n'est mis en évidence. Notons que tous les sous-groupes de MP ont des valeurs de P3 supérieures à celles de L, l'écart entre les deux institutions n'est donc pas uniquement le fait du comportement de MP+¹⁵¹.

b. Les formes de travail visant une certaine mémorisation.

« J'essaie de dégager des idées à retenir ».

Cet item est directement lié à l'item « Une source d'idées à retenir » de la question I à propos duquel nous avons éprouvé certaines difficultés d'interprétation des résultats trouvés. On peut également évoquer les items concernant les exemples dans les questions I et II.

- Dans un contexte de large recours à cette forme de travail, on ne relève pas d'écart significatif entre L et MP, même si l'avis Systématiquement est plus présent en Spéciales¹⁵². On peut remarquer que dans MP cet item obtient les plus fortes valeurs de P1 et P2, ce n'est pas le cas dans L. Il y a donc une certaine convergence avec ce qui a été constaté dans la question I (L < MP avec trois indicateurs significativement différents) mais avec un rapprochement indéniable des comportements.
- Alors que la question I n'avait donné lieu à aucune différence significative suivant le niveau dans L (les trois indicateurs étaient cependant légèrement supérieurs dans L-), on constate que les étudiants de L+ sont significativement plus nombreux que ceux de L- à essayer systématiquement de dégager des idées à retenir à partir des solutions d'exercices : L+ > L-. Ce résultat peut être rapproché de certains indices relevés dans l'analyse de la question ouverte étayant l'hypothèse d'une plus grande attention aux méthodes, aux astuces et aux exemples dans L+ que dans L-.
- « J'essaie de dégager des idées à retenir » est le seul item qui a dans MP+ un pourcentage P1 supérieur à 80 %, voisin de celui de L et de MP ; 45 % des élèves disent se livrer systématiquement à cette pratique, ce qui représente la

¹⁵¹ **Je dégage le plan de la solution**

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|---|--------------------------|
| P1 | 45,5 | 45,8 | 45,5 | | NS |
| P2 | 9,1 | 20,8 | 15,2 | * | |
| P3 | 31,8 | 20,8 | 25,8 | | NS |

¹⁵² **J'essaie de dégager des idées à retenir.**

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 87,1 | 89,4 | | NS |
| P2 | 30,6 | 39,4 | 1,194 | NS |

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 88,3 | 84,4 | 87,1 | | NS |
| P2 | 39,5 | 22,2 | 30,6 | 1,760 | 8 % |

plus forte valeur de P2 de toutes les populations envisagées. Cette forme de travail échappe donc à la défiance exprimée par ce sous-groupe vis à vis de la plupart des propositions de notre enquête. Comme pour l'item correspondant de la question I, P1 est plus grand dans MP- que dans MP+ et P2 plus petit mais MP+ se distingue ici moins nettement du reste de MP.

Une des raisons du rapprochement des deux sous-groupes de niveau de MP tient au comportement des 10 élèves de MP+ dont nous avons plus précisément examiné les réponses parce qu'ils ont fait référence aux astuces et/ou aux exercices-types dans la question ouverte : alors que la moitié d'entre eux considère dans la question I que les exercices sont seulement parfois des sources d'idées à retenir, la même proportion choisit ici la réponse Systématiquement et 4 sur 10 la réponse Souvent ; dans cet échantillon, la pratique étudiée est donc très présente. Considérer que les exercices ne sont que parfois une source d'idées à retenir ne signifie donc pas nécessairement un désintérêt a priori pour les apports des exercices résolus, on peut y voir l'expression d'un constat a posteriori lequel ne se traduit cependant pas par l'abandon de la pratique visant à dégager les leçons de la correction. Cette interprétation conduit à relativiser les écarts constatés entre L et MP à propos de l'item « Idées à retenir » dans la question I, elle offre une possibilité d'explication au resserrement constaté entre les deux groupes ainsi qu'à l'inversion des relations entre L+ et L- dans la présente question.

Nous obtenons cette fois un résultat tout à fait intéressant : dans les deux institutions, le sous-groupe fort a un pourcentage d'avis Systématique plus élevé que le sous-groupe faible¹⁵³ : $L+ \cup MP+ > L- \cup MP-$. Essayer systématiquement de dégager des idées à retenir apparaît donc comme une pratique plus présente chez les élèves forts que chez les faibles. Ce résultat est tout à fait cohérent avec ceux que nous avons mis en évidence dans la question ouverte concernant les méthodes, astuces, exercices-types et exemples.

« Je mémorise grossièrement la situation étudiée »

La pratique considérée ici est beaucoup moins répandue que la précédente.

- L et MP obtiennent à son propos des résultats voisins.
- Entre les sous-groupes de niveau, on constate dans L comme dans MP la même tendance : le pourcentage d'avis Systématiquement/Souvent est plus élevé dans le sous-groupe faible ; cet écart est relativement marqué dans MP avec un écart significatif si l'on compare MP- au reste de MP ($MP- > \text{Reste MP}$), plus atténué dans L¹⁵⁴.

¹⁵³ P2 vaut 41,5 % pour la réunion $L+ \cup MP+$, 27,5 %, pour $L- \cup MP-$, l'écart est significatif au seuil de 9 % ($t = 1,706$).

¹⁵⁴ Je mémorise grossièrement la situation étudiée.

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|---|--------------------------|
| P1 | 60,5 | 66,7 | 62,0 | | NS |
| P2 | 9,3 | 6,7 | 7,4 | | NS |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 54,5 | 75,0 | 60,6 | 1,455 | 15 % |
| P2 | 13,6 | 0 | 4,5 | * | |

P1 : $MP- / \text{Reste MP}$, $t = 1,809$, au seuil de 8 % . Entre la réunion de L- et de MP- et la réunion de L+ et MP+, l'écart n'est pas significatif ($t = 1,339$).

« Je refais cahier fermé »

Le travail consistant à vérifier que l'on sait faire un exercice en le refaisant sans regarder la correction divise les populations étudiées, il est totalement exclu par un pourcentage non négligeable d'étudiants.

- Cette pratique est plus répandue dans L que dans MP¹⁵⁵ : L > MP.
- Dans L, le sous-groupe fort y a nettement plus souvent recours que le sous-groupe faible : L+ > L-.
- Dans MP, le sous-groupe faible a vis à vis de cet item une position voisine de celle de L, c'est-à-dire intermédiaire entre L+ et L- ; en particulier, la moitié des élèves déclarent se livrer fréquemment à cette forme d'étude. MP+ a un comportement bien différent avec une valeur de P1 proche de 30 % et plus d'un tiers d'avis Jamais. La comparaison entre MP- et le reste de MP donne lieu à des écarts significatifs : MP- > Reste MP ; parmi les élèves de Spéciales, refaire cahier fermé est donc plutôt le fait des élèves en difficulté.

c. Items correspondant à un certain désintérêt vis à vis des corrections d'exercices.

« Je relis grossièrement la correction »

Cet item n'est pas dépourvu d'ambiguïté, une relecture grossière pouvant constituer un préalable à une étude détaillée. Les résultats obtenus semblent indiquer que les étudiants l'ont interprété dans le sens « Je me contente de relire grossièrement la correction », néanmoins cette approximation de la formulation relativise nettement la portée des données obtenues pour cet item.

- L et MP ont des comportements très proches : les avis Systématiquement/Souvent représentent environ un tiers des populations, très peu d'étudiants affirment que cela ne leur arrive jamais ; pour une majorité, cela peut donc arriver mais rarement.
- Les étudiants de L+ sont moins nombreux que ceux de L- à choisir les avis Systématiquement ou Souvent et ils répondent plus souvent qu'ils n'ont jamais

¹⁵⁵ Je refais cahier fermé.

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 53,7 | 36,4 | 2,223 | 3 % |
| P2 | 6,5 | 7,6 | | NS |
| P3 | 13,0 | 21,2 | 1,436 | NS |

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 67,4 | 46,6 | 53,7 | 1,966 | 5 % |
| P2 | 9,3 | 4,4 | 6,5 | * | |
| P3 | 7,0 | 20,0 | 13,0 | 1,779 | 8 % |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 31,8 | 50,0 | 36,4 | 1,251 | NS |
| P2 | 9,1 | 8,3 | 7,6 | | NS |
| P3 | 36,4 | 8,3 | 21,2 | * | |

Entre MP- et le reste de MP, l'écart pour P1 est significatif au seuil de 9 % (t = 1740), pour P3 au seuil de 6 % (t = 1,934)

recours à cette forme d'étude¹⁵⁶ : $L+ < L-$. Notons que cette relation est cohérente avec les résultats déjà obtenus pour plusieurs des pratiques conduisant à une étude attentive des solutions, plus présente dans L+ que dans L- ; cette unité étaye l'hypothèse d'une interprétation de l'item dans le sens « Je me contente de relire grossièrement la correction ».

- Les sous-groupes MP+ et MP- ne sont pas différenciés.

« Il fait partie du passé, je n'y reviens pas ».

Cet item exprime une version plus radicale de l'attitude précédente. Sans surprise, les avis Systématiquement ou Souvent sont quasi inexistantes, les populations se distinguent donc essentiellement par la proportion d'étudiants qui déclarent ne jamais adopter une telle attitude, signifiant donc qu'ils reviennent toujours sur les exercices.

- Cette position est plus présente dans L que dans MP où par ailleurs le pourcentage P1 est légèrement plus élevé¹⁵⁷ : ainsi le retour sur les corrections d'exercices est une habitude plus répandue dans L.
- Elle l'est également plus dans L+ que dans L-, près de 60 % des meilleurs étudiants choisissant la réponse Jamais. Dans le sous-groupe L-, les différents pourcentages sont très voisins de ceux de MP.
- Dans MP-, l'avis Jamais représente 42 % de la population ce qui constitue un pourcentage intermédiaire entre celui de L+ et celui de L-. Le sous-groupe MP+ se distingue nettement de tous les autres avec près d'un quart des étudiants qui affirment adopter systématiquement ou souvent l'attitude en question ici et seulement 18 % qui disent ne jamais y avoir recours. Ce résultat fait écho à ceux qui ont été mis en évidence dans la question II concernant les trois items centrés sur l'étude des corrections d'exercices qu'ils aient été cherchés ou non, trouvés ou non. Il est également cohérent avec les observations réalisées à propos des divers items de la présente question. MPo ayant un comportement analogue à celui de MP-, l'écart constaté entre L et MP résulte essentiellement des réponses de MP+.

¹⁵⁶ Je relis grossièrement la solution

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 18,6 | 35,6 | 29,7 | 1,784 | 8 % |
| P2 | 2,3 | 8,9 | 5,6 | * | |
| P3 | 18,6 | 6,7 | 12,0 | 2,535 | 2 % |

¹⁵⁷ Il fait partie du passé, je n'y reviens pas.

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 5,5 | 10,6 | | NS |
| P3 | 45,4 | 33,3 | 1,567 | 12 % |

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 2,3 | 6,7 | 5,5 | * | |
| P3 | 58,8 | 33,3 | 45,4 | 2,122 | 4 % |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 22,7 | 4,2 | 10,6 | * | |
| P3 | 18,2 | 41,7 | 33,3 | 1,729 | 9 % |

L'écart entre MP+ et le reste de la population ne peut être testé pour P1, il est significatif au seuil de 3 % pour P3 (t = 2,309).

« J'oublie assez rapidement l'exercice ».

- Ce dernier item distingue également nettement les deux groupes, dans un sens cohérent avec ce que nous venons de voir pour l'item précédent¹⁵⁸ : les étudiants de MP sont plus nombreux que ceux de L à déclarer qu'oublier assez rapidement les exercices leur arrive systématiquement ou souvent ; L < MP .
- Les sous-groupes de L ne sont pas véritablement différenciés par cet item mais le fait que les étudiants de L- soient deux fois plus nombreux que ceux de L+ à choisir les réponses Systématiquement ou Souvent renvoie aux écarts observés précédemment dans cette question.
- Dans le groupe MP, la valeur de P1 est dans tous les sous-groupes supérieure à celle de L-, l'écart entre L et MP ne s'explique donc pas cette fois uniquement par le comportement des meilleurs élèves. Néanmoins, ceux-ci se distinguent en choisissant majoritairement les réponses Systématiquement ou Souvent, le premier de ces avis étant présent de manière non négligeable. MP+ et le reste de MP ont des comportements très contrastés : MP+ > MP- .

Nous devons remarquer que dans MP+ deux items apparemment contradictoires recueillent une majorité d'avis Systématiquement/Souvent, il s'agit de « Je mémorise grossièrement la situation étudiée » et de « J'oublie assez rapidement l'exercice ». Des élèves ont donc nécessairement émis le même type de réponse pour ces deux items. Il est possible qu'une distinction court terme/ long terme soit en jeu ici, éventuellement doublée d'une différence d'attitude quant à la sélection des éléments retenus (mémorisation détaillée dans la première hypothèse, sélection d'éléments saillants dans la seconde).

5. Synthèse.

- Tableau récapitulatif

Nous avons fait figurer l'indicateur P3 dans ce tableau ; rappelons que la relation > notée dans la colonne Comparaison correspond effectivement à la relation > entre les valeurs de P1 ou P2 et à la relation < pour P3 : si on retient qu'un groupe accorde plus d'importance qu'un autre à un item donné, cela peut être parce que le pourcentage d'avis « Je ne fais jamais cela » y est inférieur.

¹⁵⁸ J'oublie assez rapidement l'exercice

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 15,8 | 37,9 | 3,311 | 0,1 % |
| P3 | 16,7 | 16,7 | | NS |

| L+/L- | L+ | L- | L | t | Significatif au seuil de |
|-------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 11,6 | 22,2 | 15,8 | 1,321 | NS |
| P3 | 16,3 | 20,0 | 16,7 | NS | |

| MP+/MP- | MP+ | MP- | MP | t | Significatif au seuil de |
|---------|------|------|------|-------|--------------------------|
| P1 | 54,6 | 29,2 | 37,9 | 1,746 | 9 % |
| P2 | 18,2 | 4,2 | 7,6 | * | |
| P3 | 9,1 | 20,8 | 16,7 | * | |

| Item | Comparaison | P1 : Systématique/ Souvent | P2 : Systématique | P3 : Jamais |
|---|--|-------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| J'étudie particulièrement la solution apportée aux points que je n'ai pas su résoudre | L > MP MP+ < MP- | 3 % Non testé (19,5 %) | 3 % 5 % | |
| Je cherche à comprendre dans le détail la solution. | L > MP MP+ < MP- | Non testé (10,7 %) | 6 % | |
| J'essaie de voir où ont servi les hypothèses | | | | |
| Je dégage le plan de la solution | L > MP L+ > L- | 4 % | | 1 % 8 % |
| J'essaie de dégager des idées à retenir | L+ > L- MP+U L+ > MP- U L- | | 8 % 9 % | |
| Je mémorise grossièrement la situation étudiée. | MP+ < MP- Reste MP < MP- | 15 % 8 % | | |
| Je refais cahier fermé | L > MP L+ > L- MP+ < MP- Reste MP < MP- | 3 % 5 % | | 8 % Non testé (28,1 %) 6 % |
| Je relis grossièrement la correction | L+ < L- | 8 % | | 2 % |
| Il fait partie du passé, je n'y reviens pas. | L < MP L+ < L- MP+ > MP- MP+ > Reste MP | Non testé (18,5 %) | | 12 % 4 % 9 % 3 % |
| J'oublie assez rapidement l'exercice | L < MP MP+ > MP- | 0,1 % 9 % | | Non testé (11,7 %) |

• Comparaison des groupes L et MP

Sur les dix items proposés dans cette question, six différencient significativement L et MP : « j'étudie particulièrement la solution apportée aux points que je n'ai pas su résoudre », « je cherche à comprendre dans les détails la solution », « je dégage le plan de la solution », « je le refais cahier fermé », « il fait partie du passé, je n'y reviens pas », « j'oublie assez rapidement l'exercice ». Tous les écarts vont dans le même sens : **la tendance à revenir de manière approfondie sur les corrections est plus présente chez les étudiants de L ; de manière cohérente, les attitudes d'oubli ou de non retour sont au contraire plus répandues chez les élèves de MP.**

Un seul élément s'oppose à ces constatations ; la pratique consistant à essayer de dégager des idées à retenir est plus systématique dans MP, l'écart n'est pas ici significatif mais il fait écho à la différence marquée de comportement relevée dans la question I montrant que les exercices sont plus souvent considérés comme une source d'idées à retenir par les étudiants de MP que par ceux de L. De plus, la hiérarchie des différents items confirme la position privilégiée accordée en Spéciales à cette pratique.

• Comparaison des sous-groupes forts et faibles.

Alors que dans les deux questions précédentes nous avons constaté une grande similitude des comportements des sous-groupes L+ et L-, nous relevons ici des écarts significatifs à propos de la moitié des items proposés : « je dégage le plan de la solution », « j'essaie de dégager des idées à retenir », « je refais cahier fermé », « je relis grossièrement la correction », « il fait partie du passé, je n'y reviens pas ». Les différences relevées sont cohérentes : **lorsque l'item concerné renvoie à une pratique**

d'analyse de la solution ou de mémorisation, c'est-à-dire pour les trois premiers, les étudiants de L+ sont plus nombreux que ceux de L- à déclarer y avoir systématiquement ou souvent recours, l'avis Jamais étant pour le deuxième et le troisième items plus présent dans L- ; c'est l'inverse pour les deux items correspondant à un désintérêt vis à vis des corrections.

Nous avons de même constaté dans MP des comportements nettement différenciés des sous-groupes de niveau même si la faiblesse des effectifs en jeu limite fortement la significativité des écarts mis en évidence. La comparaison de MP+ et de MP- débouche sur des résultats en tout point analogue à ceux que nous avons obtenus à propos de MP et L : **le sous-groupe MP+ accorde globalement moins d'importance que le sous-groupe MP- au travail a posteriori sur les corrections d'exercices** (ceci confirme la tendance observée dans la question II à propos des trois items consacrés au retour sur les exercices) mais le travail consistant à dégager des idées à retenir échappe à la défiance manifestée par les meilleurs élèves vis-à-vis des formes de l'étude proposées. Il s'agit là du seul point de convergence dans cette question des deux sous-groupes forts : **revenir systématiquement sur les solutions d'exercices dans le but d'y trouver des idées suffisamment dignes d'intérêt pour qu'on les retienne constitue une pratique significativement plus répandue parmi les étudiants performants des deux institutions.** Nous rapprochons ce résultat des suivants : dans la question ouverte, L+ fait plus référence aux *méthodes*, aux *astuces* et aux *exemples* que L-, MP+ aux *astuces* et *exercices-types* que MP-.

Interprétation

Comme dans les questions précédentes, nous nous heurtons à un soupçon qui oblitère la portée des résultats : les réponses d'un certain nombre d'élèves du sous-groupe MP+ ne seraient pas sincères, ils auraient adopté une pose minorant le rôle du travail a posteriori et de la mémoire dans la résolution de problèmes. Dans ces conditions, les écarts entre L et MP, particulièrement ceux que nous avons analysés comme étant essentiellement dus au comportement de MP+ (retour sur les questions non résolues, non retour sur les corrections et oubli rapide de l'exercice) sont à manipuler avec prudence. Par contre, les observations réalisées dans les questions I et III à propos des idées à retenir reçoivent pourrait-on dire un surcroît de significativité puisqu'elles vont à contre-courant des phénomènes décrits ci-dessus.

Ceci étant, voyons dans quelle mesure les écarts constatés peuvent prendre sens dans le cadre des analyses que nous avons déjà développées et des résultats antérieurs.

Il apparaît que trois des quatre formes d'étude précises de la solution figurant dans le questionnaire ainsi que l'objectif de savoir refaire totalement l'exercice (refaire cahier fermé) sont plus répandus chez les étudiants de l'université qui ont également plus tendance que ceux de Spéciales à essayer de garder, au moins à moyen terme, une certaine mémoire de l'exercice (voir l'item « J'oublie assez rapidement l'exercice »). Ceci se comprend bien si l'on considère que les examens sont constitués d'exercices déjà rencontrés. Or nous avons vu dans la question I que cette conception est plus présente à l'université¹⁵⁹. Il semble, aux vues des écarts mis en évidence que la forme de travail évoquée ci-dessus soit plus présente dans L+ que dans L- et dans MP- que dans MP+, ce qui laisse à penser qu'elle est relativement adaptée aux épreuves universitaires mais

¹⁵⁹ Elle est également plus répandue dans MP- que MP+ mais sans significativité.

faiblement efficaces en CPGE. De tels résultats sont tout à fait compatibles avec les hypothèses que nous avons formulées à propos des spécificités de l'évaluation dans les deux institutions.

Si nous retenons maintenant qu'oublier assez rapidement les exercices est une attitude plus répandue chez les étudiants de MP que chez ceux de L et qu'inversement les premiers semblent accorder plus d'importance que les seconds à la recherche d'éléments à retenir issus des solutions d'exercices, aux connaissances de type « Méthodes » et « Astuces », nous voyons émerger un style de travail à dimension analytique, focalisant la mémorisation sur certains éléments extraits de l'expérience globale. Ce style est plus présent dans MP que dans L, peut-être également dans MP+ que dans MP-¹⁶⁰, ceci est cohérent avec notre analyse des épreuves de concours.

Restent à considérer les items exprimant une prise en compte faible (« je relis grossièrement la correction ») ou nulle (« je n'y reviens pas ») des corrigés. Que ces deux attitudes soient plus fréquentes chez les étudiants de L- que chez ceux de L+ est un résultat conforme à notre approche générale qui attribue un rôle important aux transferts d'un exercice à l'autre ainsi qu'aux hypothèses spécifiques formulées sur la nature des examens universitaires. Ce résultat conduit à relativiser la portée de l'un des écarts mis en évidence par la question ouverte : si les étudiants de L- citent les exercices plus souvent que les autres, on peut penser que la connaissance des exercices à laquelle il est ainsi fait référence est chez certains fort approximative.

Quant au nombre non négligeable d'élèves de Spéciales déclarant qu'ils ne reviennent pas en général sur les exercices (7 élèves dont 5 dans MP+), c'est un fait qui ne s'inscrit pas aussi directement dans le cadre de nos analyses. Nous pouvons bien sûr minorer cette contradiction en l'attribuant à une pose des élèves de MP+, en mettant en avant la faible taille de la population MP ; nous pouvons également signaler que sur les 7 élèves concernés, 4 se contredisent dans le cadre même de la question III en déclarant recourir souvent à l'une des pratiques d'étude a posteriori proposées, que deux autres attribuent l'avis souvent utile à l'item « Etudier la correction des exercices cherchés et non trouvés » dans la question II. Le dernier étudiant minore de manière cohérente dans les questions II et III l'importance accordée à l'étude des corrections, par contre, il considère comme souvent utile la connaissance de méthodes, la réflexion sur ses erreurs et il déclare qu'il essaie souvent de dégager des idées à retenir. Néanmoins, il nous paraît intéressant de prendre pleinement acte de cette réponse, elle nous rappelle que les connaissances sur le fonctionnement mathématique ne se construisent pas nécessairement par l'étude a posteriori des solutions, elles peuvent être élaborées de manière plus ou moins consciente dans le cours même de l'activité de résolution.

¹⁶⁰ Nous référons ici à la plus forte présence des astuces et exercices-types dans MP+ pour la question ouverte ainsi qu'aux résultats des questions I et III : les élèves de MP+ sont plus nombreux à choisir la réponse Systématique à propos des deux items concernant les idées à retenir.

E. Conclusions.

Dans cette synthèse, nous rapprochons les résultats obtenus à partir des deux volets de l'enquête et les interprétations que nous en proposons ; nous montrons comment, dans le cadre des hypothèses formulées dans les parties C.I.2 et D.I.2/4, nous obtenons un faisceau d'indices plaidant en faveur de notre conjecture initiale, à savoir « les classes préparatoires favorisent plus que l'université la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique ».

E.I. Le rapport au cours.

Nous prendrons en compte ici d'une part les éléments qui concernent l'importance accordée à l'étude du cours dans une perspective de réussite aux examens, d'autre part ceux qui abordent réciproquement la contribution des exercices à l'apprentissage du cours. Les premiers sont issus de la question ouverte et de la question II du volet fermé, les seconds de la question ouverte et de la question I.

1. De la connaissance du cours vers la résolution de problèmes.

• Résultats énoncés dans le cours

Plus de 88 % des étudiants considèrent comme indispensables (pour réussir aux examens) de connaître les définitions et les théorèmes¹⁶¹. Ce consensus n'a rien de surprenant mais nous avons mis en évidence plusieurs nuances.

A deux reprises¹⁶², il apparaît que les deux institutions n'ont pas exactement le même comportement vis à vis de ces deux types d'énoncés, le groupe L accordant plus d'importance aux définitions, le groupe MP aux théorèmes. Dans la question ouverte, les élèves de MP font peu référence aux énoncés secondaires du texte du cours (Propositions, Propriétés...) cités par près d'un tiers des étudiants de L¹⁶³. Il est possible que le poids attribué aux théorèmes dans les réponses de MP corresponde à une structuration institutionnelle très différenciée des résultats, la désignation comme Théorème, utilisée avec parcimonie selon les déclarations de l'enseignant de la classe, manifestant clairement la nécessité pour les élèves de connaître ces énoncés.

Par ailleurs, nous nous sommes intéressés aux manifestations dans la question ouverte de ce que nous avons considéré comme des comportements de différenciation vis-à-vis du corpus des résultats établis dans le cours¹⁶⁴ : expression d'une sélection dans l'ensemble des théorèmes, différenciation des niveaux d'utilité attribués aux théorèmes et aux autres énoncés. Le groupe L contient plus d'étudiants différenciateurs que MP mais il peut difficilement en être autrement puisque les élèves de MP, citant moins les énoncés secondaires, ont moins l'occasion de différencier. L'apprentissage des énoncés du cours est-il plus sélectif dans MP (focalisation radicale sur un petit nombre de résultats mis en exergue comme théorèmes) ou dans L (hiérarchisation du niveau d'utilité) ? Cette question reste ouverte.

¹⁶¹ Dans cette synthèse, nous indiquerons en note les parties du texte dont sont extraits les résultats évoqués, ici D.V.1.

¹⁶² C.II.1/2 ; D.V.1.

¹⁶³ C.II.3.

Cependant, nous ne pouvons exclure que cette faible présence des résultats secondaires en Spéciales soit un effet des conditions de l'enquête (voir C.I.3.).

¹⁶⁴ C.II.3.

Par contre, plusieurs éléments convergents plaident en faveur de l'hypothèse suivante : **indépendamment de l'institution, les étudiants des sous-groupes forts ont vis à vis de la connaissance du cours une position plus nuancée que ceux des sous-groupes faibles** (moindre importance accordée aux définitions et théorèmes, moindre présence de l'attitude non différenciatrice qui place au même niveau tous les énoncés et inversement proportion plus élevée de réponses différenciatrices dans $L+ \cup MP+$ que dans $L- \cup MP-$; pour les deux derniers aspects, le phénomène est particulièrement présent dans L avec une forte représentation des étudiants non-différenciateurs dans L- et des différenciateurs dans L+).

Interprétation

Dans la mesure où l'évaluation repose exclusivement sur des résolutions de problèmes, il est possible que différencier le savoir savant présenté en repérant les résultats les plus souvent en jeu dans les solutions soit un atout pour la réussite. En premier lieu, on peut penser que dans le cas d'une épreuve à programme étendu comme en classes préparatoires ou au Capes visant plutôt une maîtrise généraliste¹⁶⁵, un apprentissage très détaillé est une tâche difficile et sans doute inutile. De manière plus générale, c'est-à-dire y compris pour des examens plus spécialisés comme à l'université, une sélection des résultats retenus dégage un espace pour des connaissances plus pragmatiques sur le fonctionnement mathématique (dont le repérage des théorèmes efficaces fait d'ailleurs partie). Encore faut-il que l'étudiant s'autorise à prendre ainsi ses distances par rapport au savoir enseigné et qu'il sache choisir à bon escient les éléments retenus, deux dimensions qui font sans doute plus ou moins défaut aux étudiants en difficulté.

• **Démonstrations**

L'étude des démonstrations du cours est considérée comme indispensable ou souvent utile (cette deuxième modalité est de loin la plus présente) par 80 % du groupe L, 65 % de MP. **Cet écart est significatif, il est confirmé par la question ouverte, les étudiants de L citant spontanément plus souvent que ceux de MP les démonstrations.** Au sein du groupe L, on trouve également une différence entre sous-groupes de niveau, **L+ renforçant la position de L**¹⁶⁶.

Dans la question ouverte, quelques étudiants¹⁶⁷ de la population L donnent certains détails sur le rôle joué par l'étude des démonstrations : conjuguée avec un travail a posteriori sur les solutions des exercices rencontrés, celle-ci peut constituer un point d'appui pour le repérage et l'apprentissage de méthodes, on se situe alors dans la perspective de futures résolutions de problèmes ; elle peut également être finalisée par l'apprentissage du cours, aidant à comprendre et à mémoriser les résultats.

On trouve par ailleurs une différenciation de l'intérêt suivant le niveau de difficulté : pour certains étudiants, une démonstration ne doit pas « être trop dure à suivre » pour remplir l'un ou l'autre des rôles signalés précédemment ; inversement, la complexité de la preuve apparaît dans une réponse comme une mesure de l'importance du théorème. Nous rencontrons ici une première fois une opposition simple/complexité que nous retrouverons dans ce qui suit.

¹⁶⁵ Voir analyse des connaissances en jeu dans les problèmes de Capes A.II.2 ;

¹⁶⁶ C.III.1. ; D.V.1.

Dans cette synthèse, nous nous contentons de récapituler les différences significatives mises en évidence. Dans le cas où il n'en existe pas entre deux groupes, nous ne le mentionnons pas explicitement.

¹⁶⁷ Ces réponses sont très rares, nous les utilisons comme indicateurs de possibles tendances dont la présence réelle devrait faire l'objet d'études ultérieures.

- Exemples

La notion d'exemples ne renvoie pas nécessairement au texte du cours, les exercices pouvant être considérés comme une source d'exemples ainsi que le montrent les réponses à la question I du volet fermé. Cependant, nous intégrons ici les résultats qui concernent l'intérêt de connaître des exemples pour réussir aux examens en considérant que traditionnellement le cours est le premier pourvoyeur d'exemples et d'applications des notions et résultats présentés. Cette position est confortée par les formulations utilisées pour l'item *Exemples* dans le volet ouvert.

Les deux institutions ne se distinguent pas de manière significative : dans la question II du volet fermé¹⁶⁸, 75 % du groupe L et 70 % du groupe MP considèrent que connaître des exemples pour réussir aux examens est au moins souvent utile, l'avis indispensable étant marginal dans les deux cas ; dans la question ouverte, l'item *Exemples* est cité de la même manière. Entre les sous-groupes de niveau, un seul phénomène notable a été mis en évidence : dans le volet ouvert de l'enquête, **près de la moitié des étudiants de L+ mentionne spontanément les exemples, ce qui est significativement plus que dans le reste de la population L**¹⁶⁹, le pourcentage d'avis Indispensable/Souvent utile représentant 38 % des réponses de L+, 26 % des deux autres sous-groupes de L.

Comme pour les démonstrations, la question ouverte fait apparaître deux tendances que l'on peut considérer comme opposées : mémoriser des exemples significatifs ou des exemples simples.

2. De la résolution d'exercices vers l'apprentissage du cours.

90 % des étudiants considèrent dans les deux institutions que les exercices constituent toujours ou souvent une occasion de vérifier leur compréhension du cours. Les deux populations se différencient à propos de la fonction d'illustration puisque 69 % des étudiants de L et seulement 59 % de ceux de MP voient toujours ou souvent dans les exercices une source d'exemples illustrant le cours. **Pour ces deux propositions concernant l'apport des exercices à l'étude du cours, l'avis toujours est significativement plus présent dans L que dans MP**¹⁷⁰. Nous avons également constaté que les étudiants préparant le Capes considèrent plus souvent les exercices comme apports d'exemples pour le cours que comme sources d'idées à retenir (l'écart est faible pour le pourcentage d'avis Toujours/Souvent, un peu plus conséquent pour l'avis Toujours) ; les élèves de MP ont un comportement opposé avec des écarts plus conséquents.

Les sous-groupes de niveau de L ont des comportements analogues vis à vis des points abordés ici. Par contre, MP+ se distingue du reste de la population en minorant la fonction d'aide à la compréhension : on peut penser que la forte représentation des redoublants dans le sous-groupe MP+ joue ici un rôle. MP- est le sous-groupe qui considère le moins les exercices comme source d'exemples.

L'idée selon laquelle les exercices joueraient un rôle important dans la compréhension et la mémorisation du cours est explicitée dans quelques réponses du groupe L à la question ouverte¹⁷¹. Certains privilégient nettement cette fonction, au

¹⁶⁸ D.V.1.

¹⁶⁹ C.III.2

¹⁷⁰ D.III.2.

¹⁷¹ C.V.2.

groupe L à la question ouverte¹⁷¹. Certains privilégient nettement cette fonction, au point parfois de ne citer les exercices que pour une telle contribution à l'apprentissage, ce qui les différencie alors très peu des exemples et applications donnés par l'enseignant¹⁷²; comme pour les démonstrations et les exemples, cette perspective conduirait certains étudiants à privilégier les exercices simples, les applications les plus directes des théorèmes, du moins au plan de la mémorisation.

Interprétation

Exception faite de ce qui concerne la connaissance des théorèmes, les différents résultats que nous venons de rappeler ici vont tous dans le même sens : **l'apprentissage du cours est un enjeu qui est plus mis en avant par la population universitaire que par les élèves de Spéciales**. Il est possible que ceci résulte d'une certaine inefficacité de l'enseignement en amphithéâtre tel qu'il est dispensé à l'université, au moins pendant les deux premières années, le travail nécessaire à la compréhension du cours étant dans ces conditions plus conséquent, c'est un point que nous ne négligeons pas. Nous envisageons également que ce phénomène soit l'expression d'une différence dans le rapport des deux institutions au savoir mathématique. En classes préparatoires, celui-ci est largement envisagé dans une perspective d'application aux autres disciplines scientifiques (il s'agit de préparer à des écoles d'ingénieurs), ce qui dans la classe de mathématiques oriente l'attention vers la résolution de problèmes. A l'université, les finalités professionnelles sont beaucoup plus lointaines ; les enseignants sont pour une large part des chercheurs en mathématiques pour lesquels le savoir savant a un intérêt en soi, on peut penser qu'ils contribuent par leur discours à installer les étudiants dans un rapport qui valorise le cours. D'autres dimensions, telle par exemple l'organisation de l'enseignement (séparation de l'exposé du savoir en cours et de ses mises en œuvre en TD à l'université, imbrication des deux en CPGE ; nature de l'examen plus ou moins constitué d'applications directes du cours) concourent vraisemblablement à créer cette différence entre les deux institutions.

3. Lien avec la conjecture initiale.

Comme nous l'avons précisé lors de l'analyse des items de la question ouverte (cf p.29), nous considérons que l'apprentissage du cours n'est pas spontanément producteur des connaissances sur le fonctionnement mathématique auxquelles nous conférons un rôle décisif pour la résolution. D'une part, il n'est pas nécessairement orienté vers l'utilisation dans les problèmes ; d'autre part, il est naturellement inducteur d'une organisation centrée sur les concepts et théorèmes et débouche plus difficilement sur une structuration autour des types de problèmes et sur des connaissances transversales. Nous ne contestons nullement qu'il soit possible à travers l'étude de l'ensemble du cours, notamment des démonstrations, d'acquérir des connaissances tout à fait élaborées, mais nous faisons l'hypothèse que ceci n'est pas le lot de la majorité des étudiants ; nous avons vu que des objectifs de compréhension, d'illustration et de mémorisation pouvaient favoriser la sélection des éléments les plus simples dont la portée est en général limitée sur le plan de la résolution de problèmes. Que l'apprentissage du cours soit une préoccupation plus centrale chez les étudiants de la population L que chez ceux de MP nous semble un élément allant dans le sens de notre conjecture.

¹⁷¹ C.V.2.

¹⁷² C.III.2/4

E.II. Le rapport à la résolution de problèmes.

Il s'agit ici d'envisager le rapport que les étudiants entretiennent avec les activités de résolution de problèmes auxquels ils sont confrontés en tant que sujets de l'institution où ils étudient, activités qui déterminent la réussite ou l'échec. Dans cette perspective, nous nous intéresserons plus précisément aux différentes stratégies que peuvent avoir les étudiants pour améliorer leurs capacités à résoudre les problèmes posés par l'institution¹⁷³. Toutes les questions de l'enquête apportent des éléments d'information sur ce point.

1. La réussite vue comme une question d'entraînement.

L'idée selon laquelle pour réussir aux examens, résoudre soi-même beaucoup d'exercices¹⁷⁴ est pour le moins souvent utile est dans tous les sous-groupes de niveau sauf un partagée par près de 90 % des étudiants. MP+ fait exception avec un pourcentage réduit à 54,5 %, il s'en suit un écart significatif entre L et MP. On retrouve un phénomène analogue dans la question I du volet fermé¹⁷⁵ : les exercices sont plus souvent considérés comme un entraînement à la résolution de questions mathématiques dans L que dans MP ; ce point de vue est nettement moins présent dans MP+ que dans les autres sous-groupes mais cette fois, MP- et MPo font écho, de manière atténuée, au comportement de MP+. Les sous-groupes L+ et L- ne sont pas différenciés par ces items.

Plus précisément, nous avons constaté que **les étudiants issus de l'université sont nettement plus nombreux que ceux de Spéciales à considérer que la résolution est avant tout une affaire de pratique, sans transfert d'un exercice à l'autre**. Cette position, peu propice aux postures réflexives visant à tirer les leçons des expériences antérieures, est pour nous tout à fait défavorable à l'acquisition de connaissances sur le fonctionnement mathématique.

2. La réussite vue comme une question de maîtrise des exercices corrigés.

Plusieurs items des questions I et II ainsi que la question III explorent l'importance accordée par les étudiants à un travail a posteriori sur la solution des exercices qui leur ont été proposés (ou qu'ils ont rencontrés dans des annales ou livres d'exercices corrigés).

Nous avons pu constater dans les deux institutions que l'utilité d'un retour sur les exercices véritablement cherchés et qui ont été l'occasion d'échecs ou plus encore d'erreurs fait très largement consensus (plus de 90 % d'avis Indispensable ou Souvent utile, plus de 50 % d'avis Indispensable) ; par contre, les avis sont nettement plus partagés sur les exercices que l'étudiant a cherchés et su résoudre lui-même d'une part, sur les exercices qui n'ont pas été l'objet d'un travail personnel préalable conséquent

¹⁷³ Un seul item se situe peut-être dans une perspective plus générale, il concerne l'éventuelle dimension de jeu intellectuel attribuée aux exercices (cf. D.III.1.). Rappelons qu'aussi bien dans L que dans MP, près de 80 % des étudiants répondent que les exercices ne sont jamais ou sont au mieux parfois un jeu intellectuel ; mais si cette position est dans L indépendante du niveau de performance, ce n'est pas du tout le cas dans MP où les sous-groupes MP+ et MP- se différencient nettement, la dimension jeu étant plus présente dans le premier et plus radicalement absente dans le second.

¹⁷⁴ D.V.3.

¹⁷⁵ D.III.3.

d'autre part, plus de la moitié des étudiants considérant le retour sur ces exercices comme plutôt inutile ou superflu¹⁷⁶. Le résultat concernant les exercices non cherchés amène à s'interroger sur les dispositifs qui dans l'une et l'autre institution mettent les étudiants en situation de résolution. Quel niveau de mise en fonctionnement des notions¹⁷⁷ ? Quelle forme de prescription (plus ou moins explicite, plus ou moins obligatoire...) ? Quel temps de recherche ? Quel type de production (au brouillon pour soi, sur feuille ...) ? Quel mode de correction (évaluation personnelle d'après un corrigé non commenté, d'après correction au tableau par l'enseignant, correction par l'enseignant de la copie..) ? Cette étude est à mener mais on peut penser que sur ces différents aspects les conditions sont très différentes en classe préparatoire et à l'université, ce que nous allons d'ailleurs commencer à préciser en présentant les différences entre populations.

Si les différentes sous-populations se comportent de manière très voisine à propos de la proposition « Réfléchir aux erreurs qu'on a commises » de la question II, il n'en est pas de même pour les items qui concernent l'étude des solutions d'exercices. Dans la question II, plusieurs écarts significatifs ont été mis en évidence : il apparaît que les étudiants de la population L sont plus nombreux que ceux de MP à accorder une utilité au retour sur les solutions d'exercices lorsque ceux-ci n'ont pas été résolus bien que véritablement cherchés¹⁷⁸ et lorsqu'ils n'ont été que peu ou pas du tout cherchés ; par contre, l'étude des corrections d'exercices que l'étudiant a su résoudre occupe une place plus importante en MP.

Dans la question III, les étudiants de MP sont moins nombreux que ceux de L à répondre qu'ils reviennent systématiquement sur les corrections¹⁷⁹. De plus, parmi les pratiques d'étude proposées, quatre sont plus présentes dans L que dans MP (deux pratiques qui font l'objet d'un large consensus dans les deux groupes : revenir sur les échecs, comprendre dans le détail, deux pratiques moins répandues : dégager le plan de la solution, refaire cahier fermé). Aucune n'est significativement plus utilisée dans MP ; cependant, nous avons constaté que pour l'item « J'essaie de dégager des idées à retenir », les réponses Systématiquement et Souvent sont plus fréquentes dans MP que dans L, ceci fait écho à un écart significatif mis en évidence dans la question I concernant la proposition « Les exercices sont une source d'idées à retenir »¹⁸⁰ ainsi qu'à plusieurs résultats issus de la question ouverte, nous y reviendrons dans la partie suivante.

Deux items supplémentaires nous apportent des informations permettant d'interpréter les résultats que nous venons de rappeler. Il ressort de la question I que les exercices proposés dans le cadre institutionnel sont considérés comme étant toujours ou souvent des prototypes proches de ceux qui seront posés lors des examens par 43 % des étudiants de L alors que 24 % seulement des élèves de Spéciales MP adoptent ce point de vue¹⁸¹. Par ailleurs, dans la question III, près de 40 % des élèves de MP déclarent qu'oublier assez rapidement les exercices leur arrive systématiquement ou souvent alors

¹⁷⁶ D.V.3. ; D.VI.4.

¹⁷⁷ A.Robert (1998) distingue les énoncés suivant qu'ils nécessitent des coordinations plus ou moins nombreuses, des adaptations plus ou moins importantes, suivant que l'étudiant a ou non la responsabilité de mobiliser la connaissance en jeu.

¹⁷⁸ Ce résultat est confirmé dans la question III : les étudiants de L sont plus nombreux que ceux de MP à étudier systématiquement ou Souvent les points qu'ils n'ont pas su résoudre.

¹⁷⁹ D.V.4.

¹⁸⁰ D.III.4.

¹⁸¹ D.III.3. Dans le cas de l'institution MP, les exercices sont comparés aux épreuves d'évaluation qui ont lieu dans le cours de l'année et non spécifiquement aux concours.

que c'est seulement le cas de 16 % des étudiants de L¹⁸². Ces deux écarts sont significatifs.

Interprétation

Parmi les étudiants du groupe L, c'est le travail sur le Non Trouvé qui apparaît majoritairement utile, que les exercices aient ou non été véritablement cherchés. Sans doute ce résultat a-t-il à voir avec un mode d'organisation fréquent des Travaux Dirigés consistant à distribuer au préalable des feuilles d'exercices que les étudiants sont supposés travailler avant les séances, celles-ci étant essentiellement consacrées à des résolutions au tableau. Il est possible que l'étude préparatoire ne soit pas effectuée, ce qui place alors l'étudiant en situation d'avoir à travailler a posteriori sur des exercices peu ou pas cherchés. **En classes préparatoires, c'est le Véritablement Cherché qui est privilégié.** Il est vraisemblable que l'encadrement du travail étant beaucoup plus insistant, la quantité des exercices qui ont été l'objet d'une recherche personnelle est telle qu'est minorée la place accordée à ceux qui ne l'ont pas été. Cette différence entre les deux institutions contribue sans doute à l'écart constaté à propos de la nécessité de résoudre soi-même beaucoup d'exercices, les étudiants de L mettant en avant ce qui constitue peut-être pour eux le fruit plus ou moins tardif d'une prise de conscience personnelle : même si l'institution ne vous y oblige pas, en mathématiques, il faut chercher des problèmes. En classes préparatoires, la densité du travail prescrit est telle que les élèves n'éprouvent pas le besoin (et n'ont guère le temps) d'en rajouter.

La nature des épreuves d'évaluation contribue probablement dans une large mesure aux différences rencontrées. Si l'on se réfère aux réponses des étudiants de la population L, il semble qu'à l'université, les problèmes d'examen comprennent une part importante d'exercices nécessitant peu d'adaptations par rapport à ceux qui ont été abordés en formation (ceci est une hypothèse qu'il conviendra de confirmer mais nous avons vu qu'il s'agit d'une opinion fort répandue dans la population L). Un étudiant a donc tout intérêt à revenir sur la correction des exercices qui lui auront été institutionnellement proposés (voire figurant dans des annales ou des livres d'exercices), qu'il les ait cherchés lui-même ou non. Mais, **l'objectif étant de savoir résoudre à moyen terme des exercices relativement proches, il lui suffit de se livrer à une étude précise visant une compréhension locale et la mémorisation jusqu'à l'examen des situations rencontrées ; une prise de distance limitée suffit.** Le retour sur des exercices réussis peut dans ses conditions apparaître comme superflu.

En Spéciales MP, le rapport institutionnel de la pratique quotidienne aux épreuves d'évaluation diffère sur plusieurs points de celui qui est en vigueur à l'université. Ce sujet devrait faire l'objet d'une étude spécifique mais nous pouvons citer à titre d'exemple l'existence pour les concours (y compris le Capes) d'un programme annuel unique qui impose un travail à plus long terme et qui élargit le champ des problèmes susceptibles d'être posés ainsi que le domaine des connaissances potentiellement en jeu dans une épreuve. Dans une telle perspective, mémoriser le corpus des exercices rencontrés au cours de l'année apparaît comme une mission quasi impossible dont l'efficacité est par ailleurs peu assurée dès lors que les énoncés proposés aux concours ne sont pas réduits à des transpositions plus ou moins directes d'exercices classiques¹⁸³. Que le lien entre pratique annuelle et évaluation finale soit aussi indirect peut conduire certains étudiants à considérer le travail prescrit comme une

¹⁸² D.VI.4

¹⁸³ On retrouve ici pratiquement terme à terme des considérations développées dans Robert 1998.

simple occasion d'entraînement sur lequel il serait inutile de porter un regard réflexif, ce point de vue est certainement présent dans la population MP mais nous avons montré qu'il y était moins répandu que dans L. On peut donc penser que la prise en compte de l'expérience mathématique quotidienne passe en Spéciales par une certaine prise de distance, nous aborderons cette conjecture dans la partie suivante.

La comparaison des sous-groupes de niveau au sein des deux institutions apporte des éléments supplémentaires pour étayer ces interprétations.

Les sous-groupes de L ne sont pas différenciés par les trois items de la question II consacrés au retour sur les solutions d'exercices. Par contre, un écart très significatif apparaît dans la question III à propos de la proposition « Il fait partie du passé, je n'y reviens pas » : la réponse « Je ne fais jamais cela » représente près de 60 % de L+ et seulement un tiers de L-. **La pratique consistant à revenir systématiquement sur les solutions est donc notablement plus répandue chez les meilleurs étudiants de L.** Cette différence de comportement est confirmée au niveau des items concernant les modalités de l'étude a posteriori ; il apparaît en particulier que les étudiants de L+ sont significativement plus nombreux que ceux de L- à choisir les réponses Systématiquement pour les propositions « J'essaie de dégager des idées à retenir » et « Je refais cahier fermé » et les réponses Rarement ou Jamais pour « Je relis grossièrement la solution »¹⁸⁴. Par ailleurs, on relève que les étudiants de L+ sont un peu plus nombreux que ceux de L- à associer exercices prescrits et épreuves d'examen, moins nombreux à les oublier assez rapidement ; ces différences vont dans le même sens que celles que nous avons notées entre L et MP mais elles sont de moindre portée. Il semblerait donc bien **qu'une stratégie de réussite en licence consiste à revenir précisément sur les corrections d'exercices dans la perspective de savoir résoudre des problèmes voisins lors de l'examen.**

En Spéciales MP, la comparaison entre sous-groupes donne pratiquement sur tous les points des résultats inversés par rapport à ceux de la population L, avec une significativité en général très relative vue la taille des effectifs. Que les exercices aient été cherchés ou non, trouvés ou non, les élèves de MP+ accordent moins d'importance que ceux de MP- à l'étude a posteriori des corrections, ils sont moins nombreux à revenir sur les points non résolus, à mémoriser grossièrement les situations et à refaire cahier fermé ; par contre, ils ont plus tendance à ne pas revenir sur les exercices ou à les oublier assez rapidement. Enfin ils associent moins souvent exercices prescrits et devoirs en classe. Le sous-groupe MP- a quant à lui un comportement assez voisin de celui de la population L, se situant à plusieurs reprises entre L- et L+. Il semble donc que le style de travail dont nous avons ci-dessus conjecturé l'efficacité en licence se révèle inadapté en classes préparatoires. Il est tout à fait possible qu'un certain nombre d'élèves, parmi les plus à l'aise, se dispense totalement ou presque d'un retour explicite sur les corrections¹⁸⁵. Mais plusieurs éléments issus de la question ouverte ainsi que des deux items référant aux idées à retenir (Question I et III) conduisent à envisager la présence, dans le sous-groupe MP+ particulièrement, d'un second style de travail a posteriori, sur les solutions, accordant une large part à la décontextualisation de méthodes. Nous allons y venir maintenant.

¹⁸⁴ D.VI.4

¹⁸⁵ Nous avons envisagé que ces réponses s'expliquent par une attitude « poseuse » de certains des meilleurs élèves de Spéciales, cherchant à donner d'eux-mêmes une image jugée flatteuse.

3. La réussite vue comme une question de connaissances sur le fonctionnement mathématique et de transfert.

Dans les questions fermées, trois items font référence à une idée de transfert et/ou de décontextualisation : il s'agit dans la question I des propositions « les exercices sont une aide à la résolution d'autres exercices », « les exercices sont une source d'idées à retenir » et dans la question III, « j'essaie de dégager des idées à retenir »¹⁸⁶.

Dans les deux populations, près de 90 % des étudiants disent essayer systématiquement ou souvent de dégager des idées à retenir à partir des corrections, l'avis Systématiquement est plus présent dans MP que dans L (près de 40 % dans le premier cas, près de 30 % dans le second). L'écart n'est pas décisif mais rappelons que cet item correspond à la seule des pratiques d'étude proposées par la question III qui soit plus répandue en Spéciales. De plus, cette différence de comportement se retrouve dans la question I avec une forte significativité : **les élèves de MP considèrent plus souvent que ceux de L les exercices comme source d'idées à retenir**. Ce point de vue est plus répandu chez les élèves de Spéciales que le point de vue « Exercices comme entraînement », c'est le contraire dans L avec un écart de près de 25 % entre les pourcentages respectifs d'avis positifs (Toujours et Souvent). Dans cette même question, **les exercices sont également plus souvent vus comme une aide à la résolution d'autres exercices dans MP que dans L** ; plus précisément, les étudiants qui choisissent un avis Systématiquement ou Souvent pour cet item tout en ne comptant pas sur une proximité des examens aux exercices déjà rencontrés, sont plus nombreux en Spéciales ; **l'aide ne consiste donc pas dans ce cas en une simple reproduction**.

Même si les idées retenues ne sont pas nécessairement orientées vers la résolution d'autres exercices (elles peuvent apporter des illustrations, voire des résultats complémentaires pour le cours), nous rapprochons les résultats rappelés ici des observations réalisées à partir des apparitions dans les réponses à la question ouverte des items *Méthodes* et *Astuces*, ceux-ci sont significativement plus cités par les élèves de MP que par ceux de L¹⁸⁷.

Concernant la comparaison des sous-groupes de niveau, nous avons constaté que **les étudiants de L+ sont plus nombreux que ceux de L- à essayer systématiquement de dégager des idées à retenir à partir des solutions d'exercices**, les deux populations ayant des comportements similaires pour les deux items de la question I. Dans la question ouverte, **L+ cite plus souvent que L- les *Méthodes*, les *Astuces* et les *Exemples***¹⁸⁸.

Dans MP, **45 % des élèves de MP+ affirment dans la question III essayer systématiquement de dégager des idées à retenir, c'est le plus fort pourcentage de toutes les sous-populations étudiées** ; le pourcentage d'avis Systématiquement et Souvent est inférieur à ce qu'il est dans MP- mais contrairement aux autres pratiques d'étude proposées, l'écart est très faible. Pour l'item correspondant de la question I, MP+ est très hétérogène puisque les pourcentages d'avis Toujours d'une part, d'avis Rarement/Jamais d'autre part y sont plus élevés que dans les autres sous-groupes de MP (dans les deux cas, l'écart avec le reste de MP est significatif). Enfin, dans la question ouverte, **MP+ cite plus que MP- les *Astuces* et les *Exercices-types***¹⁸⁹.

¹⁸⁶ D.III.3/4 ; D.VI.4

¹⁸⁷ C.IV.1/2

¹⁸⁸ C.III.2. ; C.IV.1/2

¹⁸⁹ C.IV.2/3

Interprétation

La confrontation en CPGE à un vaste programme annuel, à un corpus étendu d'exercices et à des épreuves relativement imprévisibles favorise un style d'étude a posteriori des solutions d'exercices bien différent de celui que nous avons envisagé dans la partie précédente. Hormis certains exemples typiques, la plupart des exercices peuvent être oubliés sur le long terme. Le travail n'est donc pas centré sur la maîtrise des exercices déjà rencontrés, il vise à en tirer des leçons plus ou moins décontextualisées. **Rencontrées explicitement dans cette étude via les notions de méthodes, d'astuces et d'exercices-types, les connaissances sur le fonctionnement mathématique sont plus présentes en classe préparatoire que dans l'enseignement universitaire de licence, elles sont plus souvent reconnues comme utiles à la réussite dans la première institution que dans la seconde.** Remarquons qu'un tel travail peut s'appliquer également à des solutions qu'on a su trouver puisque la question n'est pas seulement de résoudre un problème mais également de repérer ce qu'il peut apprendre de général ; ceci peut expliquer le poids plus important accordé en Spéciales MP au retour sur cette catégorie d'exercices.

Cette forme de l'étude est particulièrement présente chez les élèves du sous-groupe fort de MP ; ceci étant, il apparaît nettement qu'elle ne constitue pas la seule clé de la réussite en Spéciales, certains élèves de MP+, en proportion non négligeable, affirmant dans leurs réponses ne pas revenir sur les exercices déjà résolus (ce qui ne signifie pas qu'ils ne construisent pas de manière différente les connaissances en question ici, une certaine aisance leur permettant de tirer parti de l'activité de résolution au cours même de son déroulement ou pendant les phases de correction en classe).

Par ailleurs, **même si ce style de travail est moins présent dans L+ que dans MP+, il y est toutefois plus que dans L-.** Plusieurs précisions données dans la réponse à la question ouverte laissent à penser que certains étudiants s'appuient à la fois sur les démonstrations du cours et sur les solutions d'exercices pour repérer méthodes et exercices-types.

4. Lien avec la conjecture initiale.

La prise en compte des différents résultats concernant le rapport entretenu par les étudiants à leur activité de résolution de problèmes dans le cadre institutionnel nous a amené à distinguer trois postures différenciées par la façon dont est envisagée la contribution des expériences antérieures au succès des recherches ultérieures :

- Point de vue « **Entraînement** » : l'apprentissage résulte avant tout de l'action de résolution, une action sur laquelle il n'est pas nécessaire de revenir a posteriori ;
- Point de vue « **Reproduction** » : pour réussir, il est important de savoir résoudre les exercices proposés par l'institution dans le cadre de la formation, l'épreuve finale d'évaluation en étant suffisamment proche, l'étude des corrections vise la capacité de reproduction des solutions ;
- Point de vue « **Transfert** » : les exercices proposés sont l'occasion de rencontrer des façons de faire plus ou moins générales qu'il s'agit de repérer et de capitaliser sous des formes plus ou moins décontextualisées de façon à construire un savoir fonctionnel condensé susceptible d'être réinvesti dans des problèmes relativement éloignés de ceux qui ont été résolus précédemment.

Les résultats obtenus nous conduisent à avancer que les deux premiers points de vue sont plus fréquents chez les étudiants de la population universitaire que chez les élèves

de Spéciales, le troisième étant au contraire plus présent chez les seconds que chez les premiers. Or, nous considérons que les points de vue « Entraînement » et « « Reproduction » ne favorisent pas la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique¹⁹⁰, le premier militant contre l'idée même que des connaissances non savantes pourraient être utiles pour résoudre des problèmes, le deuxième centrant l'apprentissage sur une mémorisation pointilliste peu propice à la prise de distance. Le dernier point de vue est quant à lui, pratiquement par définition, orienté vers la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique.

Il nous semble donc légitime de retenir que les différents éléments mis en évidence tant sur le rapport au cours des élèves que sur le rapport à la résolution de problèmes constituent un faisceau convergent d'indices plaidant en faveur de l'affirmation que nous voulions interroger : l'enseignement de classes préparatoires est plus favorable que l'enseignement universitaire à la construction de connaissances sur le fonctionnement mathématique. Insistons sur le fait que ceci ne correspond pas nécessairement à une volonté explicitée dans l'une ou l'autre des deux institutions (notre étude n'a pas exploré cette dimension); elle constitue, pour nous, une conséquence de l'organisation de l'enseignement et de ses effets sur le travail des étudiants.

Concernant la comparaison des sous-groupes de niveau de la population universitaire, il est apparu que le point de vue « Reproduction » était plus présent chez les meilleurs étudiants que chez les plus faibles. Mais nous avons également constaté que les premiers manifestaient une plus grande attention aux connaissances sur le fonctionnement mathématique que les seconds. Prenant en compte certains éléments recueillis dans les réponses à la question ouverte, nous avancerons l'hypothèse suivante : il est possible de réussir à l'université à partir d'un travail centré sur la reproduction des exercices rencontrés dans le cadre institutionnel mais certains étudiants intègrent la dimension Transfert/Décontextualisation, prenant appui sur les problèmes résolus ainsi que, parfois, sur l'étude des démonstrations pour dégager des idées à retenir. Inversement, les différents éléments concernant le sous-groupe des étudiants en difficulté dessinent un style de travail qui apparaît donc comme plutôt inefficace : apprentissage détaillé des résultats du cours, activité personnelle de résolution plus ou moins fournie mais dépourvue d'un souci de capitalisation autour des exercices.

Quant à la classe préparatoire étudiée, les éléments que nous pouvons avancer à son propos sont fort hasardeux compte tenu de la taille de la population. Dans le groupe des élèves les plus performants, certains élèves valorisent les connaissances sur le fonctionnement mathématique qu'ils acquièrent notamment dans l'analyse a posteriori des solutions des exercices cherchés ; l'étude des démonstrations du cours n'apparaît pas comme une préoccupation de premier plan. Mais d'autres élèves du même sous-groupe de niveau minorent l'importance accordée aux différentes formes d'étude proposées, ils déclarent en particulier ne revenir que fort peu sur les exercices résolus ; si on leur accorde le crédit de la sincérité, nos hypothèses concernant l'importance des connaissances sur le fonctionnement mathématique nous conduisent à considérer qu'ils construisent néanmoins dans l'action de telles connaissances. Au sein du groupe faible, on décèle au contraire un style de travail conjuguant apprentissage approfondi des résultats du cours, tentative de mémorisation des exercices déjà résolus et prise de

¹⁹⁰ Ceci étant, nous n'excluons pas que des connaissances utiles pour la résolution de problèmes soient construites par des étudiants professant l'un ou l'autre des deux premiers points de vue, particulièrement dans le cas où leur pratique personnelle est suffisamment abondante et variée.

distance / décontextualisation ; tout se passe comme si ces élèves ne parvenaient pas à choisir entre plusieurs façons de travailler, continuant à accomplir les tâches qui leur avaient réussi au lycée tout en étant sensibles au nouveau contrat en vigueur en Spéciales.

E.III. Limites de la recherche et perspectives.

1. Limites.

- **Dues aux conditions d'emploi de l'outil utilisé.**

La portée des résultats obtenus est tout d'abord limitée par deux incertitudes concernant les réponses des élèves de CPGE : le faible volume de leurs réponses à la question ouverte est-il un effet du dispositif de recherche ? Les élèves du groupe fort ont-ils cherché à donner d'eux-mêmes une image flatteuse, faisant la part belle à l'intuition et minorant le rôle du travail dans la réussite en mathématiques ? Nous n'avons aucun moyen de lever ces doutes ; notre stratégie a été de chercher à repérer comment les résultats obtenus pouvaient s'intégrer dans le cadre interprétatif défini a priori.

Une deuxième limite tient à la taille de la population interrogée en classes préparatoires.

Les deux éléments déjà cités nous conduisent à ne pas prolonger l'étude statistique des réponses au volet fermé de l'enquête ; il aurait en effet été possible de travailler sur l'ensemble des réponses apportées par chaque étudiant de façon à mettre en évidence des relations entre les différents choix, ce qui aurait pu préciser les interprétations que nous avons formulées en terme de styles de travail.

Ajoutons pour finir que tous les élèves de Spéciales interrogés étant issus de la même classe, la quasi-totalité des étudiants des deux universités de Haute-Normandie, les résultats obtenus valent pour les institutions d'origine, leur généralisation posant les problèmes inhérents à toute extension.

- **Limites dues à l'outil lui-même**

Il est clair que les prétentions de la recherche présentée dans ce cahier sont limitées par la nature même de l'outil d'investigation utilisée. Du point de vue du travail personnel des étudiants, ce questionnaire ne nous donne accès qu'aux déclarations, il reste beaucoup à faire pour en savoir plus sur la réalité effective des formes de l'étude et de ses effets. Par ailleurs, la comparaison des deux institutions qui est notre préoccupation centrale doit être abordée par d'autres entrées que nous présenterons pour conclure ce cahier.

2. Perspectives de recherche.

Il s'agit désormais pour nous d'explorer les conditions de l'enseignement dans chacune des deux institutions de façon à comprendre comment l'une et l'autre peuvent produire les différences que nous avons mises en évidence. Les interprétations que nous avons proposées font apparaître plusieurs axes d'étude.

- **Analyse des épreuves d'évaluation** : quel est le rapport entre les exercices résolus dans l'année (ou le semestre) et les problèmes d'examen ou de concours ? Quelles sont les connaissances en jeu dans ces épreuves ?

- **Etude de l'organisation institutionnelle de l'activité de résolution de problèmes des étudiants** : Quelle forme de prescription ? Quel temps de recherche ? Quel type d'énoncés ? Quel type de production ? Quel mode de correction ?
- **Etude du rapport institutionnel au savoir savant ; étude de la place accordée par l'institution aux connaissances sur le fonctionnement mathématique** : nous considérons en particulier comme décisif d'explorer les effets que peuvent avoir sur ces deux plans, les différences d'organisation de l'enseignement (structuration du texte du cours, choix des exemples, discours de l'enseignant ou des deux enseignants à l'université).

Bibliographie

- BEN SALAH BREIGEAT C. (2001) *Les connaissances mathématiques des nouveaux enseignants de mathématiques au collège : une étude de cas*. Thèse Université Denis Diderot Paris 7.
- BROUSSEAU G. (1993) *Stratégies de l'analyse statistique*. LADIST. Université Bordeaux I
- CASTELA C. (2000), Un objet de savoir spécifique en jeu dans la résolution de problèmes : le fonctionnement mathématique.
Recherches en Didactique des Mathématiques.20(3) 331-380.
- CASTELA C. (à paraître) Reconnaître institutionnellement certaines connaissances sur le fonctionnement mathématique comme des enjeux d'apprentissage pour les élèves ?
Actes du séminaire national de didactique des mathématiques.
- CHEVALLARD Y. (1992), Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 12(1) 73-112.
- DUVAL R. (1998), Écriture et compréhension : pourquoi faire écrire des textes de démonstration par les élèves ? In *Actes du colloque « Produire et lire des textes de démonstration »* (pp. 79-98). Rennes : IREM.
- HACHE C. et ROBERT A. (1997) Un essai d'analyse de pratiques effectives en classe de seconde, ou comment un enseignant fait fréquenter les mathématiques à ses élèves pendant la classe. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 17(3) 103-150.
- PIAN J. (1999), *Diagnostic des connaissances de mathématiques des étudiants de CAPES. Vers une interprétation cognitive des apprentissages individuels*. Cahier de Didirem 34. Paris : Université Paris 7
- ROBERT A. (1998), Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université.
Recherches en didactique des mathématiques. 18(2) 139-190.
- SCHOENFELD A. (1985), *Mathematical Problem Solving*. Orlando : Academic Press.

Annexe I : texte des réponses à la question ouverte

En gras, les étudiants qui ont été reçus au Capes .

97 L+

1. Non-réponse.

2. Définitions (4) de cours et Propriétés (4) se rapportant à la notion. Théorèmes (4). Exemples(2). Démonstrations (1). Formules (4) à se souvenir (ex : DL si chapitre sur DL, formules de an et bn dans le chapitre des coefficients de Fourier avec formule de Parseval). 98

3. Définitions (4). Théorèmes (4). Propriétés (2). Idées de Démonstrations (3) de théorèmes. Remarques(2). Exemples (3). Date (1) et Numérotations (1) des feuilles. 98

4. Non-réponse .

5. Non-réponse. 99

6. Théorèmes (4). Méthodes (4) utilisées dans les démonstrations (savoir les réutiliser dans un contexte différent). Exemples (3) et manière de les traiter. Les propriétés (3) clés pouvant être oubliées mais qui peuvent souvent nous permettre de conclure. Applications (3). Propriétés en rapport avec d'Autres (3) thèmes du programme. L'historique (2) se rapportant au cours.

7. Théorèmes (4). Définitions (4). Démonstrations (3). Anecdotes (3) concernant le cours. Exercices(4), Exercices (3), Exercices (2), Exercices (1) selon les exercices.

8. Définitions (4). Théorèmes (3). Contre-exemples (2). Techniques (4) de démonstration. Corollaires (2). Exercices (3). 98

9. Théorèmes (4). Méthodes (3) de résolution d'exercices. Vision-globale (4) de l'UV (comment ça marche). Exemples (3). Approfondissements (2). 98

10. Cours (Définitions (4), Théorèmes (4)). Méthodes (4) de résolution d'exercices et Exercices (4) classiques. Forme de la réponse en fonction du Prof (4) corrigeant (ie caractère du prof). Démonstrations (2) des théorèmes.

11. Mémoire du Plan (4) du cours, fiche de synthèse. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations(3) de théorèmes. Catalogue d'Exercices (3). 98

12. Théorèmes (4) les plus importants. Exercices d'Application (4) directe du cours. Anecdotes (3) concernant le cours (mais bien sûr cela dépend beaucoup de l'enseignant et de sa faculté à utiliser une anecdote qui sera associée par la suite de façon indélébile à telle ou telle notion). Autres Théorèmes (2). Lemmes (2). Corollaires (2). Illustration Graphique (4). Exercices (3) et problèmes récapitulant plusieurs notions.

13. Non-réponse.

14. Définitions (4). Théorèmes (3) (énoncés et Démonstrations (3)). Exemples d'Application (3) directe d'un théorème. Exemples de Méthodes (4) générales. Exemples de Cas particuliers (2).

15. Définitions (4). Théorèmes (4). Les raisonnements (3) classiques. Certains Contre-exemples (3). Des des erreurs (2) commises dans des exercices. L'agencement (2) du cours. Les incidents (1). 99

16. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations (3). Formules (4). Méthodes (4). Exemples (2). Exercices (4) de TD.

17. Cours : Définitions (4) et Théorèmes (4). Astuces (4) vues dans les démonstrations de théorèmes ou dans les exercices en TD pour la résolution de problèmes précis, particuliers.

18. Plan (2) du cours. Définitions (4). Théorèmes (4). Propriétés (4). Démonstrations (3). Exemples (3) et Contre-exemples (3) types illustrant les propriétés. Enoncé d'exercices (1). Solution d'Exercices (3) types.

19. Théorèmes (4). Corollaires (3). Définitions (4). Exemples d'Applications (3). Démonstrations (3) des théorèmes, propositions, corollaires. Exercices (3) de TD. Références historiques (1). Liste compl. 2000

20. Définitions (4) du cours. Théorèmes (3). Anecdotes (1) concernant le cours. Démonstrations (3). Exemples d'Applications (2). Exercices 4) types c'est-à-dire Méthodes (4) enseignées. Souvenirs de Deug (2).

21. Définitions (3). Théorèmes (4). Démonstrations (2) des théorèmes. Contre-exemples (3). Hypothèses (4) des théorèmes. Anecdotes (1) concernant le cours. Schémas (3) explicatifs.

22. Points forts du cours : Théorèmes (4), Définitions (4). Applications (3) dans le cadre d'un problème.

23. Théorèmes (4). Cas particuliers (3) (au point de vue pratique) (Exercices (3)). Démonstrations(2). Remarques (3). Propriétés (3). Définitions (3). Prolongements (2)

24. Définitions (4). Théorèmes (4) et Propositions (4). Démonstrations (3). Exemples (3) et Contre-exemples (3). Formules (3) utilisables dans plusieurs domaines.

25. Définitions (4). Théorèmes (4), Propositions (4) (les plus fondamentaux). Démonstrations (3) de théorèmes. Remarques (3). Exercices (3). Exemples (3). Extrapolation du cours au niveau-supérieur (2)
26. Les Démonstrations(3). Le Lien (1) entre les différentes propriétés. Les Théorèmes (4). Les Définitions (4) de base. Le Schéma d'un chapitre (2). (pour arriver par exemple au théorème central du chapitre). La manière dont le Prof (2) a abordé les démonstrations. Les Rappels (3). Durant une démonstration, le rappel(4) des définitions de base pour comprendre la démonstration.
27. Théorèmes (4). Démonstrations (3). Formules (4). Exercices (3) ou Exemples (3) types. Définitions (4). Astuces (3), Remarques (3) faites pendant les TD. Rappels (3) utilisés pendant la correction d'exercices.
28. Non-réponse .

98 L+

- 29. Le Cadre-général (3). Le Déroulement (4) du cours et de quoi ça parle. Les Démonstrations (4). La compréhension des Méthodes (4) (leur esprit). La recherche rapide des Hypothèses (4) d'un théorème. Les principaux Exercices (4) vus en TD dont les méthodes de résolution reprennent celles du cours. Les formules (3) importantes. 99**
30. Théorèmes (4). Corollaires (3) ou Théorèmes (3) pas utilisés en TD. Formules (4). Définitions (4). Exercices (3) classiques vus en TD. Démonstrations (2) (théorème du cours).
- 31. La Première approche (3) du sujet qui m'a été donnée soit par les enseignants soit par différents manuels consultés (manière d'introduire la notion). Les principaux Résultats (4) et Théorèmes (4) du cours. Les moyens (Démonstrations (3)) pour les retrouver. L'Enchaînement (3), la progression des idées du cours. Les « Images » (4) qui me viennent à l'annonce de telle ou telle notion. Exemples (3). Exercices (3) simples reflétant le sujet abordé. Les mises en garde concernant certaines difficultés (3). Relation avec d'Autres (3) UV. 2000**
32. TD (4). Théorèmes (4) et Formules (4) fondamentaux. Astuces (3) à connaître pour résoudre un problème en évitant de trop lourds calculs. Culture générale (1) sur le domaine en question. Définitions (3).
- 33. Rappels Historiques (1). Anecdotes (1) sur le cours. Corollaires(3). Démonstrations (3) de théorème. Lemmes (3). Définitions (3). Théorèmes (4). Correction des Exercices (4). 99**
34. Théorèmes (4). Propositions (3). Démonstrations (2) si elles sont trop compliquées et ne permettent pas la compréhension du théorème, (3) sinon. Exemples (3). Corollaires (2) s'ils se déduisent immédiatement du théorème. Définitions (4). Exercices (3) pour permettre de comprendre le cours.
35. Définitions (4). Théorèmes (4) avec Figures (4) s'y rapportant (si géométrie). Démonstrations (3) si géométrie, Démonstrations (4) si Espace de Hilbert, analyse de Fourier. Résolution Exercices (3) de TD. Pièges (3) à éviter. Etourderies, Erreurs (4) déjà faites.
36. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations (3). Exemples (4) types et Contre-exemples (4) pour avoir une idée de l'application de l'énoncé (en rapport avec les exemples). Exercices (3).
- 37. Hypothèses (4) des Théorèmes (4) (ainsi que leurs résultats). Définitions (4). Utilisation d'un outil (3) dans différents contextes. Exemples (3) (peu mais bien ciblés). Trop d'exemples sur des Applications (1) simples. 2000**
- 38. Théorèmes(4). Définitions (4). Démonstrations (3) utilisant un raisonnement classique ie qu'on retrouve dans certains exercices). Méthodes (3) de résolution vues en TD. Démonstrations (2) longues où le raisonnement est dur à suivre. 99**
39. Les différentes Définitions (4). Formules (3). Théorèmes (3). Méthodes (3) de résolution.
40. Les Définitions (4) et les Théorèmes (4). Les Corollaires (3), Propositions (3) et Remarques (3). Les Exemples (2). Rien n'est superflu.
- 41. Exemples d'Applications (4) d'un théorème pour le retenir. Se faire corriger par un prof, quand on dit une bêtise (3) et quand le prof vous dit pourquoi c'est une bêtise. Exercices (4) types à savoir faire. (ex : diagonalisation d'une matrice). Contre-exemples (4) (ex : fonction continue non dérivable). Exercices(2) proposés, non corrigés et jamais corrigés dans l'année. Applications (4) numériques immédiates d'un théorème. Les Démonstrations (4) détaillées et complètes ou la référence à la démonstration dans un livre. Les Démonstrations (1) graphiques, du genre « on voit bien ». 99**
42. Théorèmes (4) la plupart sont indispensables, d'autres Théorèmes (3). Définitions (4). Méthodes (3) utilisées pour résoudre certains problèmes « classiques ». Démonstrations (2) des théorèmes du cours. Pour l'analyse, Astuces (2) de calcul.
43. Non-réponse.

97 Lo

44. Théorèmes (4). Définitions (4). Exemples(3) simples. Anecdotes (3).
45. Théorèmes (3). Exercices (4) types.
46. Théorèmes (4) et Définitions (4). Anecdotes (3). Exercices (3). Les schémas (4).
47. Définitions (4). Propositions (4) et Théorèmes (4). Démonstrations (3). TD (3). Contre-exemples (2).
48. Cours(4). Théorèmes(3). Entraînement aux Exercices (3). Démonstrations (2).
49. Théorèmes (4). Méthodes (4). Problématique générale(2). Exemples(3), Contre-exemples (3). Historique (1). 99
50. Définitions (4). Théorèmes (4). Type des Partiels (3) précédents. Exemples (3), Contre-exemples (3). Méthodes (4) de raisonnement. Maîtrise des Exercices (3) standard.
51. Théorèmes (4). Exercices (3) types. Démonstrations (3) de théorèmes. Définitions (4).
52. Non-réponse.
53. Théorèmes (4). Démonstrations (3). Méthodes (3) de résolution d'exercices. Résultats(3) de TD. Résultats (3) supplémentaires trouvés dans des livres. Définitions (4).
54. Théorèmes (4). Difficultés (3) soulevées par des exercices cherchés. Images (3) ou Schémas se rapportant au cours (ex : en topologie, visualisation des voisinages). Anecdotes (1) mathématiques rapportées par certains professeurs. (ex : Galois en algèbre). Des Idées générales sur les notions abordées par la matière. Des Formules (4) et les procédés de leur mémorisation. L'emplacement (3) des différentes parties du programme dans mon cours. Jamais de Démonstrations ! (1).
55. Théorèmes (4). Définitions (4). Applications du cours : Exercices (3).
56. Définitions (4). Théorèmes (3). Exemples types d'Exercices (3). Démonstrations (3). Examen (3) des années précédentes.
57. Théorèmes (4). Définitions (4). Démonstrations (3) des théorèmes. Exemples (1). Exercices (3). Méthodes (3) de résolution revenant plusieurs fois.
58. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations (3). Cas particuliers (2). Différentes Méthodes (3). Exploitation des résultats pour d'autres démonstrations (3).
59. Définitions (4). Théorèmes (4). Propriétés (3). Démonstrations (3) ou Démonstrations (2) suivant le type d'examen. Applications (3) et types d'Exercices (3) classiques. Remarques (1) hors programme. Exercices (2) ou Exercices (3) de TD, cela dépendant des exercices. Méthodes (1) de recherche classique (ex : recherche de vecteurs propres, inversion de matrice, étude de fonctions, séries, ...)

98 Lo

60. Grandes-lignes (3) et notions du cours(3). Exercices (2) « j'ai mal à la tête » (mais où on est content d'avoir trouvé). Discussions sur des problèmes (4) posés à l'oral. Anecdote : j'ai déjà fait cette Erreur (2). Théorèmes (3) et Résultats (3) fondamentaux.
61. Anecdotes (1) concernant le cours. Historique (1) des théorèmes. Formules (3) mathématiques pouvant être retrouvées. Exemples (3) et Applications (3). Lemmes (3). Corollaires (3). Théorèmes (4). Méthodes (4) de résolution d'exercices. Définitions (4). Formules (4) mathématiques.
62. Définitions (4). Démonstrations (3) des théorèmes. Dates (2) des mathématiciens. Méthodes (4) de résolution.
63. Définitions (2). Théorèmes (4). Remarques (3). Démonstrations (3).

97 L-

64. Définitions (4). Théorèmes (4) qui revêtent une importance particulière ; je m'explique, théorèmes nominatifs (Dini, Heine, Bolzano-Weierstrass, Cayley-Hamilton, Thalès...), dont la démonstration n'est pas triviale et nécessite l'emploi de plusieurs propositions précédemment vues, qui énonce un résultat général non évident. Autres Propositions (3). Démonstrations (2) des théorèmes et propositions. Méthodes(3) de résolution d'exercices types vus en TD. Exemples (2) caractéristiques ou pathologiques. Enchaînement (1) des idées dans le cours. NB : la classification des précédentes catégories s'entend en vue d'un examen de licence et non pas de ma vision globale des mathématiques. 98
65. Les titres des différents chapitres, Structure générale (2) du cours. Les Théorèmes (4), Corollaires (4), Définitions (4). La « Contre performance » au tableau pendant un TD (ne pas refaire la même Erreur (3)). Les énoncés des sujets de contrôle continu, de l'examen (3) des années précédentes (et leur correction éventuellement). Les Exercices (3) faits pendant les TD. 98
66. Non-réponse.

67. Théorèmes (3). Lemmes (3) et Corollaires (3). Démonstrations (3) de certains théorèmes, lemmes ou corollaires. Exercices (4) de TD ou de certains livres. Remarques (2).

68. Non-réponse.

69. Théorèmes (4). Définitions (4). Corollaires (4). Propositions (4). Exercices (4) typiques. Démonstrations (2) parfois utiles.

70. Théorèmes (4) (énoncés) et Exemples (4) et Contre-exemples (4). TD (3) et Démonstrations (3) comprises des théorèmes du cours. Démonstrations (2), Démonstrations (1) non comprises des théorèmes du cours . Liste complémentaire 2000

71. Définitions (4). Théorèmes (4). Plan (4) du cours. Démonstrations (3). Méthodes (3) de démonstration. Annales d'Examen (2). Exercices (4) d'entraînement (dans les livres).

72. Exemples (3) se rapportant au cours. Définitions (4). Théorèmes (4). Ambiance (1) du cours. Exercices (4). Horaires (1).

73. Le cours : les Théorèmes (4) importants et Définitions (4). Démonstrations (3) des théorèmes. Propositions (3). Exemples (3). Les Exercices (2) traités en TD (tout dépend de la coordination entre le prof de CM et les profs de TD). Les corrigés des Examens (4) antérieurs. Des Exercices (1) extraits de livres se rapportant à la matière.

74. Théorèmes (4) et parfois leurs Démonstrations (3). Exercices (3) mettant en oeuvre les points importants du cours.

75. Théorèmes (4) et Définitions (4). Lemmes (3) et Corollaires (3). Démonstrations (2). Exercices (4) utilisant directement les notions du cours. Exercices (2) à la limite du programme.

76. Les Théorèmes (4) importants. Quelques Exemples (3) parlants. Les Méthodes (3) de résolution d'un exercice type. Les Anecdotes (1) de cours mais Anecdotes (3) (ex : anecdote dite par le professeur pour se souvenir d'un théorème ou d'une erreur à ne pas faire). Certaines Démonstrations (3) de théorèmes. 98

77. Théorèmes (4) principaux. Prof (1). Aboutissements (2). Autre (3) UV que cette UV peut aider. Noms (3) typiques ex : Liouville).

78. Théorèmes (4). Définitions (4). Démonstrations (3) de théorèmes et propositions., Démonstrations (1) pour les démonstrations trop difficiles. Exercices (3) de TD (voire Exercices (4) pour les exercices de base). Anecdotes (2) hors programme. Rappels Historiques (2). Remarques (3) du professeur à propos des copies des années précédentes (erreurs (3) souvent commises ...). Partiels (3) des années précédentes. Manière de rédiger du Prof (3) ; ex : s'il utilise ou pas les quantificateurs, dans ce cas, il faudra faire en sorte d'essayer de « réécrire » à sa manière afin de ne pas être pénalisé.

79. Théorèmes (4). Définitions (4). Correction des Exercices (3) (vus en cours) (exercices types). Formules (3).

80. Définitions (4). Théorèmes (4). Corollaires (3). Applications (3). Anecdotes (2). Démonstrations (3). Exercices (4).

81. Théorèmes (3). Figures (3) géométriques. Dernier cours (3), Conseils (3) des professeurs. 2000

82. Cours théorique : Définitions (4), Théorèmes (4), Propriétés (4) ; Démonstrations (3) ; Historique (1) (dates...) TD : Exercices (4) types ; études de Cas particuliers (2).

83. Définitions (4) d'objets mathématiques. Théorèmes (4). Propositions (3). Remarques (3). Exemples (3). Démonstrations (2). Lemmes (2). Eléments Historiques (1) (mais intéressant). Méthodes (4) mathématiques.

84. Taux de réussite (2) des autres années (et de passage à l'oral). Annales (3) (Exercices fréquemment tombés). Bases de Deug (3) (comme DL et dérivées). Démonstrations (4) clé aux méthodes particulières. Les Les Exercices (4) traités en TD. Théorèmes (3). Quelques Exemples (3) et Contre-exemples (3). Les méthodes de résolution et le style de correction d'exercices préférées par le Prof (3) (voire Prof (2) selon).

85. Théorèmes (4). Définitions (4). Corollaires (4). Propositions (4). Propriétés (4). Exercices (4) vus en TD. Exemples (3) du cours et TD. Méthode du Prof (3) en TD. Exercices (3) de livres personnels. Apprendre les Démonstrations (2) du cours (jusqu'à maintenant). Anecdotes (1) concernant le cours.

86. Définitions (4). Théorèmes (3), Propositions (3). Corollaires (3). Contre-exemples (4). Démonstrations (3). Exercices (3). Polycopié (1).

87. Théorèmes (4). Anecdotes (2) concernant le cours. La place occupée (2) en cours. La place du théorème (4) sur la feuille de son cahier. La résolution des Exercices (4) faits en TD. L'état du Tableau (1). Les fautes d'orthographe de l'enseignant (1). Le temps qu'il faisait durant un cours (1). Le nom des différents chapitres du cours (3). La personne à côté de laquelle on était durant un cours (1).

88. Le cours (Théorèmes (4), Définitions (4), Propositions (4), ...). Les Exercices (4) du TD (éléments importants introduits par un exercice). Les Exercices (3) pris dans des livres. Les Démonstrations (3). Le Plan (2) du cours. Les examens (3) dans cette UV de l'année précédente, des 4 dernières années.

98 L-

89. Plan (2) du cours. Théorèmes (4), Propriétés (4), Définitions (4). Démonstrations (3). Exemples (2). Résolution d'Exercices (3) types. Lemmes (2).

90. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations (3) (certaines). Exercices (3) (corrigés).

91. Dates (2) de naissance et de décès de mathématiciens. Théorèmes (4), Propositions (4) ; Lemmes (3), Corollaires (3). Démonstrations (3). Introduction d'une notion (3) mathématique abstraite grâce à un problème de la vie réelle. Exemples (3).

92. Le cours : Définitions (4), Théorèmes (3), Remarques (3). Les exercices : Connaissance du cours (4), Méthodes (3) de résolution, Bachotage (2), Exercices (3) faits en TD. Les problèmes en lien avec les autres UV : Connaissances de cours d'une seule UV (2), Connaissance de cours de plusieurs UV (4), Méthodes (2) de résolution, Exercices (2) tous faits.

93. Théorèmes (3). Définitions (3). Exercices (3). Démonstrations (2) des théorèmes mais quelque fois cela peut aider. Propriétés (3).

94. Détails Historiques (1). Certains Exercices (3). Certaines Démonstrations (3). Théorèmes (4). Définitions (4).

95. Mesure, topologie : cours (4) (Théorèmes (4)) ; certains Exercices (2) dont les méthodes de résolution sont les mêmes utilisation du point essentiel du cours). Algèbre, Espace de Hilbert, analyse de Fourier : les TD (2).

96. Théorèmes (4). Techniques (4) de résolution d'exercices classiques. Définitions (4) (quand elles sont à savoir : exemple en topologie). Architecture (2), Architecture (4) du cours (ordre des chapitres) et parfois même positionnement (2), positionnement (4) des théorèmes selon que le cours est autorisé ou non (à droite ou à gauche et en haut ou en bas de la feuille). PLP2 2000

97. Définitions (4). Théorèmes (4) et Propositions (4) du cours. Quelques Applications (3) fondamentales du cours. Résultats (2) obtenus en TD. Méthodes (3) de résolution d'exercices. Recherche « extérieure » (recherche-personnelle (3)) sur cette UV.

98. Apprendre les Définitions (4) (afin de savoir de quoi on parle). Retenir les théorèmes : les Théorèmes(4) importants : les apprendre (4) et faire quelques exercices d'Application (3) simple pour pouvoir les utiliser rapidement ou pour repérer leur domaine ou le cadre de leur utilisation plus rapidement ; les théorèmes moins utilisés : visualiser leur domaine d'action par des exercices types qui permettent en même temps de les retenir sans avoir à apprendre « par cœur » ; les Propriétés (4) : apprendre (4) par cœur les plus utilisées et savoir retrouver (4) à partir d'une propriété, les autres qui en découlent (pour limiter la quantité à apprendre).

99. Théorèmes (3). Définitions (4). Exemples (3). Remarques(2). Représentations Graphiques (3), Dessins des choses. Historique (1).

100. En géométrie : faire des Figures (4), étude de Cas particuliers (3). En analyse numérique : maîtrise du calcul-numérique (4), connaissance d'Algorithme (3). En algèbre, Théorèmes (4), TD (4). En mesure TD (2).

101. Définitions (4). Propriétés (4) et Théorèmes (4). Démonstrations (2) des théorèmes. Exercices (3) TD. Applications (2) se trouvant dans le cours. Remarques (3) du cours. Méthodes (3) de résolution des exercices « bateaux ».

102. Exercices (4) déjà traités. Définitions (4). Théorèmes (3). Exemples (3). Démonstrations (3).

103. Définitions (4), Théorèmes (4), Propriétés (4). Démonstrations (2). Exercices (3). Exemples (3). Remarques (2).

104. Définitions (4). Théorèmes (4). Démonstrations (3) des théorèmes. Applications (4). Exercices (4). Définitions (4). Théorèmes (4), Propositions (4), Propriétés (4). Démonstrations (3) du cours. Applications (2) 105. dans le cours. Exercices (3) de TD. Astuces (3) permettant de résoudre certains cas.

106. Définitions (4) et Théorèmes (4). Recherche personnelle (2) (lecture). Méthodologie (2), Organisation (2). Exercices (3) préparés en TD. Applications (3) (informatique, graphes. ..).

107. Théorèmes (4) du cours et leurs Démonstrations (3). Résolution d'Exercices (4) types. Astuces(3) vues en TD pour une résolution plus rapide. Exemples [3].

108. Traduction des Hypothèses (3). Anecdotes (3) concernant le cours. Définitions (1) des notions. Enoncé des Théorèmes (3) utilisés. Démonstrations (1) des théorèmes. Liens (3) entre les questions.

97 MP +

109. Les Définitions (3). Les Théorèmes (3). Des types d'Exercices (3) clé (« les grands classiques »). Des Formules (2) (telles que les formules de trigo ...).

110. Théorèmes (4). Propriétés (3). Exemples (3) directement liés au cours. Méthodes (3) d'étude d'un problème donné. Définitions (4). Démonstrations (3).

111. Théorèmes (3). Exercices (4). Anecdotes (3) concernant le cours. Définitions (4). Applications (4) directes des théorèmes. Méthodes (4) de résolution classiques.
112. Théorèmes (4). Résultats (3) classiques. Démonstrations (3) classiques de théorèmes. Contre-exemples (3). Anecdotes (2) concernant le cours.
113. Théorèmes (4). Résultats (3) classiques. Méthodes (2) usuelles.
114. Théorèmes (3). Exercices (3) corrigés. Méthodes (4). Définitions (3). Erreurs (3) à éviter. Problèmes (1) corrigés. Colles (3).
115. Théorèmes (4). Méthodes (3) « classiques ». Idées générales (4) concernant le cours. Exercices (3) types. Dessins (3). Démonstrations du cours (2), parfois (3).
116. Définitions (4). Théorèmes (3). Propriétés (3). Exemples (2). Exercices (2). Anecdotes (1).
117. Théorèmes (4). Astuces (4). Méthodes (4). Démonstrations (2) de théorèmes. Subtilités (3), Limites (3) du programme. Exercices (3) types.
118. Théorèmes (4). Résolution d'Exercices (4) types. Différentes Astuces (3) de résolution. Définitions (4). Formules (3) mathématiques.
119. Théorèmes (4). Définitions (4). Démonstrations (3). Exemples classiques d'Application (3). Méthodes de résolution d'exercices : Méthodes (3) si théoriques, Méthodes (4) si calculatoires. Anecdotes (1).
120. Non-réponse.

99 MP+

121. Théorèmes (4). Définitions (3). Quelques Exercices (3) types. Facteur chance (3). Méthodes (4) et Astuces (4).
122. Théorèmes (4). Définitions (3). Méthodes (4). Exemples (3) du cours. Remarques (3).
123. Théorèmes (4). Astuces (3). Exercices (2). Démonstrations (2).
124. Définitions (4) et Théorèmes (4). Exercices (3) types. Astuces (2) ou Astuces (3). Calcul (2) « bourrin ».
125. Comprendre-le-cours (3). Théorèmes (4). Définitions (3). Remarques (3). Exemples (2) et Exercices (2). Méthodes (3).
126. Théorèmes (4). Anecdotes (3). Définitions (2). Exercices (3) types. Méthodes (4), Astuces (4). Improvisation (3) (réflexion pure). Bachotage (2).
127. Théorèmes (4). Astuces (3) de quelques exercices (souvent du cours). Définitions (3). Des résultats (3) de calcul fondamentaux.
128. Théorèmes (2). Exercices (3). Démonstrations (2).
129. Théorèmes (4). Anecdotes (1). Exercices (2). Démonstrations (3). Maîtrise de la calculatrice (1).
130. Théorèmes (4). Définitions (4). Exercices (3) types. Astuces (3) de calcul.

97 MPo

131. Théorèmes (4). Exercices (3) corrigés.
132. Définitions (3). Formules (4). Théorèmes (4). Démonstrations (2). Exemples (3). Astuces (3).
133. Définitions (4). Théorèmes (4). Exercices (3). Formules (1), voire (0) ou (-1). Méthodes (4). Démonstrations des théorèmes (2) ou (1).
134. Définitions (4). Théorèmes (4). Propriétés (3). Exercices (3). Démonstrations (2) des théorèmes. Formules (2).
135. Théorèmes (4). Techniques (4) de calculs. Exemples (3). Exercices (3).
136. Théorèmes (4). Formules (4). Méthodes (4) de résolution. Exemples (3) traités en cours. Exercices (3).
137. Théorèmes (4). Exercices (4) types. Techniques (4) de calcul. Applications (3). Exemples (3). Anecdotes (2) concernant le cours.
138. Définitions (3). Théorèmes (4). Anecdotes (3) concernant le cours. Correction d'Exercices (2). Exercices (4) classiques d'application du cours. Remarques (3) sur les théorèmes. Correction de Devoirs (1) faits à la maison. Démonstrations (2) des théorèmes et propriétés. Formules (2) (DL, DSE, ...).
139. Théorèmes (4). Définitions (4). Exemples (3). Méthodes (3).
140. Théorèmes (4). Exemples (3) (utiles à la compréhension). Certains Critères (4). Démonstrations (3), sauf celles qui sont Hors programme Démonstrations (1).
141. Définitions (4). Théorèmes (4). Formules (3). Anecdotes (2).
142. Théorèmes (4) du cours. Définitions (4). Exemples (3) de cours. Astuces du prof (2,5). Exercices (3), TD (3). Humour (3) du prof. Humour du voisin de classe (77,5).

99 MPo

- 143. Définitions (4). Théorèmes (4). Méthodes (3) de résolution d'exercices. Des éléments de Démonstrations (3) d'exercices.
- 144. Définitions (4). Théorèmes (4). Exemples (2). Démonstrations (3). Liens (3) inter-chapitres. Applications (3) des théorèmes. Méthodes (4).
- 145. Théorèmes (4). Propriétés (4). Définitions (4). Propositions (4). Lemmes (4). Exemples (3). Exercices (3).
- 146. Définitions (4). Théorèmes (4). Exemples (2). Exercices (3).
- 147. Théorèmes (4). Définitions (3). Exemples (4) et Exercices (4). Remarques (3). Méthodes (4).
- 148. Théorèmes (4). Exercices (3) faits en cours. Exercices (3) faits en révision. Définitions (4). Historique (1) des maths.
- 149. Théorèmes (4). Exercices (4). Anecdotes (1).
- 150. Théorèmes (4). Anecdotes (2). Démonstrations (3). Exercices (4). Méthodes (4). Définitions (4).

97 MP-

- 151. Théorèmes (4). Anecdotes (3) concernant le cours. Astuces (3). Formules (2) faciles à retrouver.
- 152. Théorèmes (4). Remarques (3) du cours. Méthodes (3) classiques de résolution.
- 153. Théorèmes (4). Propriétés (4). Définitions (4). Exemples (3) de cours. Exercices (3) types. Formulaire (4). Méthodes (3) utilisées dans les précédents Devoirs Surveillés.
- 154. Théorèmes (4). Définitions (4). Méthodes (4) de résolution. Exercices (3).
- 155. Théorèmes (4). Définitions (4). Exemples (3) types. Astuces (3). Méthodes (4).
- 156. Théorèmes (4). Démonstrations (2). Exercices (4) types. Formules (4) classiques (trigo, calcul d'intégrales...) en analyse. Anecdotes (3) du cours.
- 157. Théorèmes (4). Anecdotes (1) concernant le cours. Devoirs (2) libres. Exercices (2). Applications (3) directes du cours.
- 158. Théorèmes (4). Propriétés (4). Définitions (4) des principales notions. Exemples d'Applications (3) dans le cours. Exercices (3), TD (3). Démonstrations (3) des théorèmes. Anecdotes (2) concernant le cours. Méthodes (3) de résolution.
- 159. Techniques (4) de manipulation (analyse). Théorèmes (4) (connaissance exacte des Hypothèses). Leur Démonstrations (2). Formules (3) (DL, trigo...).
- 160. Formules (3). Définitions (3). Exemples (2) types. Théorèmes (4). Démonstrations (3).
- 161. Théorèmes (4). Définitions (4). Démonstrations (3) de théorèmes. Astuces (3) de calculs. Méthodes (4) de résolution de problèmes.
- 162. Théorèmes (4). Définitions (4). Méthodes (3) classiques. Exercices (2) colles.
- 163. Définitions (4). Théorèmes (4). Méthodes (4). Exercices (4). Anecdotes (1) sur les mathématiciens qui ont inventé, trouvé, démontré les théorèmes.
- 164. Théorèmes (4). Intuition (3). Exercices (3) types. Propriétés (3). Démonstrations (2).

99 MP-

- 165. Définitions (4) et Théorèmes (4). Méthodes (3). Liens (3) entre les différentes parties du cours.
- 166. Définitions (4). Théorèmes (4). Exemples (3). Démonstrations (3). Liens (4) entre les différents chapitres du cours et entre les différentes parties des maths. Historique (1) des maths (dans l'intérêt du devoir (1), pour un intérêt personnel (4)).
- 167. Théorèmes (4). Exemples (3) vus en cours. Exercices (4). Définitions (4).
- 168. Théorèmes (4). Exercices (3) traités en cours, de révision. Définitions (4).
- 169. Définitions (4). Théorèmes (4). Exemples (3). Exercices (3).
- 170. Définitions (4). Théorèmes (4). Exercices (4). TD (3). Démonstrations (3) des théorèmes. Méthodes (4).
- 171. Théorèmes (4). Définitions (3). Applications (4). Exercices (3). Historique (1).
- 172. Définitions (4). Théorèmes (4). Exemples (3). Démonstrations (3). Liens (3) entre les différents chapitres.
- 173. Non-réponse.
- 174. Théorèmes (4). Définitions (4). Exemples (3). Exercices (3).

Annexe II. Etude des items marginaux de la question ouverte.

1. Prise en compte des *Hypothèses* (5,5)

5 étudiants (3 dans L+, 1 dans L- et 1 dans MP-) mettent en avant l'importance qu'ils attribuent à la connaissance des *Hypothèses* des théorèmes en accordant à cet item une place spécifique, 4 fois au niveau [4] et une au niveau [3]. Parmi eux, une réponse, contrairement aux autres, ne fait pas explicitement référence aux résultats énoncés par les théorèmes ; nous la citerons intégralement pour l'expression qu'elle apporte d'une attitude plutôt réfléchie par rapport à l'ensemble des apports des cours et TD¹ :

n° 29 : « Le cadre général [3]. Le déroulement [4] du cours et de quoi ça parle. Les Démonstrations [4]. La compréhension des méthodes [4] (leur esprit). La recherche rapide des *Hypothèses* [4] d'un théorème. Les principaux exercices [4] vus en TD dont les méthodes de résolution reprennent celles du cours. Les formules [3] importantes. »

Dans l'ensemble, les réponses envisagées ici (n°s 21, 29, 37, 108, 159) sont marquées d'une certaine originalité dans les items choisis :

n° 21: « Définitions [3]. Théorèmes [4]. Démonstrations [2] des théorèmes. Contre-exemples [3]. *Hypothèses* [4] des théorèmes. Schémas explicatifs [3]. »

n° 37² : « *Hypothèses* [4] des Théorèmes (ainsi que leurs résultats [4]). Définitions [4]. Utilisation d'un outil [3] dans différents contextes. Exemples [3] (peu mais bien ciblés). Trop d'exemples sur des Applications simples [1]. »

n° 108 : « Traduction des *Hypothèses* [3]. Anecdotes concernant le cours [3]. Définitions des notions [1]. Énoncé des Théorèmes utilisés [3]. Démonstrations [1]. Liens entre les questions [3]. »

2. *Rappels, Prolongements et Liens avec d'autres secteurs.*

* 4 étudiants (n°s 20, 26, 27 dans L+, n° 84 dans L-) font référence à des connaissances relevant du cursus antérieur (Deug) en leur attribuant les niveaux [2] (2 fois), [3] (2 fois) et [4]. Deux d'entre eux mettent en avant les rappels effectués pendant la correction d'exercices ou dans le cours des démonstrations.

* 5 réponses mentionnent ce qui, à travers différents termes, peut apparaître comme les *Prolongements* du programme: Approfondissements (n° 9), Prolongements (n° 23), Extrapolation du cours au niveau supérieur (n° 25), Aboutissements (n° 77), Limites du programme (n°117) ; les quatre premières sont dans L et considèrent ces prolongements comme souvent inutiles ([2]), la dernière est dans MP+ et leur attribue un niveau [3].

¹ Cet étudiant a obtenu sa licence avec mention Bien, après au moins deux ans de classes préparatoires ; lorsqu'il remplit ce questionnaire, il redouble la préparation au Capes, il sera reçu en fin d'année. Pendant la préparation de l'oral II, il manifestera une tendance très nette à élaborer des réflexions décontextualisées sur les mathématiques.

² L'étudiante 21 redouble la préparation au Capes, a eu sa licence en Juin la première année avec mention Passable, n'a pas fréquenté de classes préparatoires. Elle ne sera pas admissible au Capes en fin d'année. Elle possède donc un profil différent de celui des deux autres étudiants cités ici puisque le n° 37 correspond à une étudiante qui, après deux années de classes préparatoires, a eu la licence sans mention mais a été admissible à la fin de l'année de passation du questionnaire dès sa première année de préparation. Elle sera admise l'année suivante.

* 5 étudiants (n° 6, 31, 77, 92 dans L au niveau [3] ; n° 166 dans MP au niveau [4]) font référence à des connaissances relevant d'autres secteurs (« autres thèmes du programme, « autres UV », « liens entre les différentes parties des maths »). Pour terminer cette première partie de l'étude consacrée aux items associés au contenu du cours magistral, nous citerons deux réponses qui présentent l'originalité de mentionner la *Première approche*³ d'un sujet donné :

n° 31⁴: « La Première approche [3] du sujet qui m'a été donnée soit par les enseignants soit par différents manuels consultés (manière d'introduire la notion). Les principaux Résultats [4] et Théorèmes [4] du cours. Les moyens (Démonstrations [3]) pour les retrouver. L'Enchaînement [3], la progression des idées du cours. Les "Images [4]" qui me viennent à l'annonce de telle ou telle notion. Exemples [3]. Exercices [3] simples reflétant le sujet abordé. Relation avec d'autres [3] UV. »

n° 91 : « Dates de naissance et de décès de mathématiciens [2]. Théorèmes [4], Propositions [4] ; Lemmes [3], Corollaires [3]. Démonstrations [3]. Introduction d'une notion [3] mathématique abstraite grâce à un problème de la vie réelle. Exemples [3]. »

3. Remarques (20, 20).

Nous nous intéressons maintenant à l'item *Remarques*. Compte tenu des quelques explicitations trouvées dans les réponses, on peut penser qu'il renvoie à des apports plus personnels de l'enseignant, éléments parfois inscrits dans le texte du cours sous l'intitulé *Remarques*. 16 réponses sont totalement laconiques mais nous avons relevé les formulations suivantes : « Remarques du cours [3] » (n° 101, 152), « Remarques faites pendant les TD [3] » (n° 27), « Remarques sur les théorèmes [3] » (n° 138), « Les mises en garde concernant certaines difficultés [3] » (n° 31), « Remarques du professeur à propos des copies des années précédentes (erreurs souvent commises...) [3] » (n° 78), « Conseils des professeurs [3] » (n° 81) et enfin « Remarques hors programme [1] » (n° 59).

La répartition des apparitions suivant le groupe et suivant le niveau d'utilité est donnée ci-dessous.

| | 4 | 3 | 2 | 1 | Total |
|------|---|----|---|---|-------|
| L+ | 0 | 4 | 1 | 0 | 5 |
| Lo | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| L- | 0 | 5 | 3 | 0 | 8 |
| MP+ | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| MPo | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| MP- | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| L | 0 | 10 | 4 | 1 | 15 |
| MP | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| Tous | 0 | 15 | 4 | 1 | 20 |

On notera que les trois quarts des étudiants qui mentionnent ces remarques les considèrent comme souvent utiles. Les opinions plus négatives exprimées ici trouvent sans doute leur prolongement dans les cotations appliquées aux Anecdotes et aux différents termes référant à l'histoire des mathématiques :

³ L'item *Première approche* n'a pas été retenu du fait de sa marginalité.

⁴ Ces deux étudiantes qui préparent le Capes pour la première fois lorsqu'elles répondent au questionnaire en 98 ont eu leur licence avec Mention Assez Bien, la première en un an, la seconde en deux ans. La première a suivi un an de classes Prépa ; non admissible en Juin 99, elle sera reçue l'année suivante. La seconde a un parcours entièrement universitaire ; elle échouera à deux reprises à l'écrit du concours.

Termes référant à l'histoire des maths (Historique, Dates des mathématiciens, Anecdotes mathématiques (ex : Galois), Culture générale concernant le domaine).

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|------------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|------|
| Niveau [2] | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| Niveau [1] | 3 | 2 | 4 | 0 | 1 | 2 | 9 | 3 | 12 |
| Total | 4 | 3 | 6 | 0 | 1 | 2 | 13 | 3 | 16 |

Remarque : deux étudiants (L-) accordent de l'importance aux noms (n° 64 : « théorèmes nominatifs [4] (Dini, Heine ...) »; n° 77 : « Noms typiques (par ex Liouville) [3] »)

Anecdotes

| | L+ | Lo | L- | MP+ | MPo | MP- | L | MP | Tous |
|------------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|------|
| Niveau [3] | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 6 | 5 | 11 |
| Niveau [2] | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 8 |
| Niveau [1] | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 7 | 6 | 13 |
| Total | 5 | 4 | 7 | 6 | 5 | 5 | 16 | 16 | 32 |

4. Figures (10,10).

Ont été regroupés dans cet item les termes faisant référence à des éléments graphiques. Dans la mesure où elles sont peu nombreuses, nous citerons les 10 réponses concernées :

« *Illustration Graphique* [4] », « *Schémas explicatifs* [3] », « Les "images" qui me viennent à l'annonce de telle ou telle notion [4] », « Théorèmes avec figures s'y rapportant (si géométrie) [4] » (n°s 12, 21, 31, 35 dans L+); « *Schémas* [4] », « *Images* ou *Schémas* se rapportant au cours (ex : en topologie, visualisation des voisinages) [3] » (n°s 46, 54 dans Lo); « *Figures géométriques*[3] », « *Représentations Graphiques, Dessins des choses* [3] », « En géométrie : faire des *Figures* [4] » (n°s 81, 99, 100 dans L-); « *Dessins* [3] » (n° 115 dans MP+).

Les termes pris en compte dans les trois items qui vont être étudiés maintenant ne font pas systématiquement l'objet d'une cotation mais interviennent dans certaines réponses au sein des commentaires. Par ailleurs, une grande partie des citations sur lesquelles nous allons revenir ont déjà été rencontrées dans le texte. Cependant, compte tenu des thèmes abordés, il nous est apparu intéressant de regrouper ici les réponses en question.

5. Professeur.

Sont rassemblés ici les apparitions des termes Professeurs (Prof) ou Enseignants. 15 étudiants sont concernés, 5 dans L+, 1 dans Lo, 8 dans L- et 1 dans MPo.

Trois thèmes principaux peuvent être repérés.

* Le premier concerne les préférences du professeur concernant les démonstrations, le propos étant explicitement de s'y adapter en vue de l'examen :

n° 10 : « Forme de la réponse en fonction du *Prof*[4] corrigeant (ie caractère du *Prof*). »

- n° 26 : « La manière dont le *Prof* a abordé les démonstrations [2]. »
 n° 78 : « Remarques du *Professeur* à propos des copies des années précédentes (erreurs [3] souvent commises, ...) [3]. Manière de rédiger du *Prof* [3] ; ex : s'il utilise ou pas les quantificateurs, dans ce cas, il faudra faire en sorte d'essayer de "réécrire" à sa manière afin de ne pas être pénalisé. »
 n° 84 : « Les Méthodes de résolution et le style de correction d'exercices préférées par le *Prof* [3], (voire [2] selon). »
 n° 85 : « Méthode du *Professeur* (3) en TD [3]. »

Il est compréhensible que les élèves de Spéciales dont l'enseignant ne sera pas le correcteur au moment crucial des concours n'expriment pas ce type de comportement ; à l'inverse, on voit comment dans l'institution universitaire le travail des étudiants peut viser une adaptation locale non seulement au contenu de l'UV mais aussi à l'enseignant lui-même.

* Comme nous l'avons vu dans la réponse 78, un deuxième thème porte sur les conseils du professeur, en particulier sur ses commentaires à propos des erreurs :

- n° 41 : « Se faire corriger par un *Prof*, quand on dit une bêtise et quand le *Prof* vous dit pourquoi c'est une bêtise [3]. »
 n° 81 : « Conseils des *Professeurs* [3]. »

* Le troisième thème porte sur les anecdotes rapportées par l'enseignant qui peuvent jouer un rôle dans la mémorisation :

- n° 12 : « Anecdotes concernant le cours [3] (mais bien sûr cela dépend beaucoup de l'*Enseignant* et de sa faculté à utiliser une anecdote qui sera associée par la suite de façon indélébile à telle ou telle notion). »
 n° 54 : « Anecdotes mathématiques rapportées par certains *Professeurs* (ex : Galois en algèbre) [1] »
 n° 76 : « Les Anecdotes [1] de cours mais Anecdotes [3] (ex : anecdote dite par le *Professeur* pour se souvenir d'un théorème ou d'une erreur à ne pas faire). »

Ces réponses permettent éventuellement d'interpréter la proportion non négligeable (près d'un tiers) des cotations au niveau [3] de l'item *Anecdotes*.

Les dernières réponses sont plus disparates ou plus laconiques :

- n° 31 : « La première approche du sujet qui m'a été donnée soit par les *Enseignants* soit par différents manuels consultés (manière d'introduire la notion) [3]. »
 n° 73 : « Les Exercices traités en TD [2] (tout dépend de la coordination entre le *Prof* de Cours Magistraux et les *Profs* de TD). »
 n° 142 : « Humour du *Prof* [3]. Humour du voisin de classe [77,5]. »
 n° 87 : « Les fautes d'Orthographe de l'*Enseignant* [1]. »
 n° 77 : « *Prof* [1]. »

La quasi-absence de l'enseignant chez les élèves de Spéciales MP est relativement étonnante dans la mesure où on peut penser que celui-ci, unique responsable de la formation mathématique de la classe, exerce une influence importante. Ce phénomène peut être un effet du biais signalé dans les débuts de ce texte (moindre investissement dans le questionnaire du groupe MP) mais nous avons également aperçu une autre interprétation possible dans certaines réponses : contrairement aux enseignants universitaires, le professeur de classes préparatoires n'est pas le juge qui détermine le succès final.

6. Apprendre.

12 étudiants donnent dans leurs réponses des éléments qui précisent leur stratégie d'apprentissage.

* Premier aspect rencontré : l'importance accordée à la connaissance des énoncés du cours est relativisée lorsque ceux-ci peuvent être facilement retrouvés ; ceci apparaît dans les réponses n° 34 (à propos des corollaires), 61 et 151 à propos des formules.

* Deuxième aspect : la mémorisation des théorèmes. Elle s'appuie sur les démonstrations (n° 31), sur des exemples d'applications (n° 41 et 98). D'autres étudiants mettent plutôt en avant des stratégies visuelles basées sur le positionnement des théorèmes dans la feuille (n° 54, 87, 96). Une étudiante (n°11) mentionne la « mémoire du plan du cours et les fiches de synthèse ».

* Enfin, deux étudiants (n° 92 et 126) signalent que le bachotage est plutôt inutile, un autre fait de même à propos de l'apprentissage des démonstrations.

7. Comprendre.

La notion de compréhension apparaît dans cinq réponses (3 dans L+ et 2 dans MP) implicitement comme une condition de réussite, peut-être ressentie comme plus pertinente que la référence à la mémoire faite dans la question :

n° 26 : « Durant une démonstration, rappels des définitions de base pour comprendre la démonstration [4]. »

n° 29 : « La compréhension des Méthodes [4] (leur esprit). »

n° 34 : « Démonstrations [2] si elles sont trop compliquées et ne permettent pas la compréhension du théorème, Démonstrations [3] sinon. Exercices pour permettre de comprendre le cours [3]. »

n° 125 : « Comprendre le cours [3]. »

n° 140 : « Exemples [3] (utiles à la compréhension). »

Comme la réponse n° 34, deux autres étudiants (n° 70 et 78 dans L-) différencient l'utilité des démonstrations suivant qu'elles sont ou non comprises : la connaissance des démonstrations trop difficiles est jugée plutôt inutile voire superflue.

Pour finir, citons trois élèves de Spéciales qui ont tenu à faire référence à la spontanéité de la recherche dans leur réponse à une question visant à préciser le rôle de la mémorisation :

n° 121 : « Théorèmes [4]. Définitions [3]. Quelques Exercices types [3]. *Facteur chance* [3]. Méthodes [4] et Astuces [4]. »

n° 126 : « Théorèmes [4]. Anecdotes [3]. Définitions [2]. Exercices types [3]. Méthodes [4], Astuces [4]. *Improvisation* [3] (réflexion pure). Bachotage [2]. »

n° 164 : «

Théorèmes [4]. *Intuition* [3]. Exercices types [3]. Propriétés [3]. Démonstrations[2]. »

Annexe III : résultats des questions fermées.

On trouvera dans les pages suivantes pour les trois questions fermées des tableaux donnant successivement pour chacun des items

- le nombre d'apparitions dans les différents groupes considérés des différents avis proposés avec la convention suivante

Question I : 4 : Toujours ; 3 : Souvent ; 2 : Parfois ; 1 : Jamais

Question II : 4 : Indispensable ; 3 : Souvent utile ; 2 : Plutôt inutile ; 1 : Superflu

Question III : 4 : systématiquement ; 3 : souvent ; 2 : rarement ; 1 : jamais

- la fréquence d'apparition de ces avis
- la moyenne des rangs attribués
- l'écart-type correspondant

| | Jeu 1 | Jeu2 | Jeu 3 | Jeu 4 | Ent 1 | Ent 2 | Ent 3 | Ent 4 | Com1 | Com2 | Com 3 | Com4 | Ex 1 | Ex 2 | Ex 3 | Ex 4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 7 | 26 | 8 | 2 | 0 | 2 | 21 | 20 | 0 | 2 | 22 | 19 | 0 | 14 | 19 | 10 |
| Lo | 3 | 11 | 3 | 3 | 0 | 2 | 9 | 9 | 0 | 4 | 9 | 7 | 0 | 3 | 11 | 6 |
| L- | 2 | 33 | 7 | 2 | 0 | 6 | 24 | 14 | 0 | 4 | 21 | 19 | 0 | 16 | 19 | 9 |
| Admis | 3 | 14 | 4 | 2 | 0 | 3 | 14 | 6 | 0 | 2 | 12 | 9 | 0 | 6 | 11 | 6 |
| L-- | 0 | 29 | 6 | 1 | 0 | 5 | 20 | 11 | 0 | 2 | 19 | 15 | 0 | 11 | 16 | 9 |
| MP+ | 1 | 13 | 8 | 0 | 1 | 7 | 7 | 7 | 0 | 5 | 13 | 4 | 2 | 7 | 12 | 1 |
| MPo | 3 | 13 | 2 | 2 | 1 | 3 | 9 | 7 | 1 | 0 | 11 | 8 | 0 | 6 | 13 | 1 |
| MP- | 6 | 14 | 4 | 0 | 0 | 6 | 10 | 8 | 1 | 0 | 16 | 7 | 0 | 12 | 10 | 2 |
| L | 12 | 70 | 18 | 7 | 0 | 10 | 54 | 43 | 0 | 10 | 52 | 45 | 0 | 33 | 49 | 25 |
| MP | 10 | 40 | 14 | 2 | 2 | 16 | 26 | 22 | 2 | 5 | 40 | 19 | 2 | 25 | 35 | 4 |
| Tous | 22 | 110 | 32 | 9 | 2 | 26 | 80 | 65 | 2 | 15 | 92 | 64 | 2 | 58 | 84 | 29 |
| | Jeu 1 | Jeu 2 | Jeu 3 | Jeu 4 | Ent 1 | Ent 2 | Ent 3 | Ent 4 | Com1 | Com2 | Com 3 | Com 4 | Ex 1 | Ex 2 | Ex 3 | Ex 4 |
| L+ | 0,163 | 0,605 | 0,186 | 0,047 | 0,000 | 0,047 | 0,488 | 0,465 | 0,000 | 0,047 | 0,512 | 0,442 | 0 | 0,326 | 0,442 | 0,233 |
| Lo | 0,150 | 0,550 | 0,150 | 0,150 | 0,000 | 0,100 | 0,450 | 0,450 | 0,000 | 0,200 | 0,450 | 0,350 | 0 | 0,150 | 0,550 | 0,300 |
| L- | 0,045 | 0,750 | 0,159 | 0,045 | 0,000 | 0,136 | 0,545 | 0,318 | 0,000 | 0,091 | 0,477 | 0,432 | 0 | 0,364 | 0,432 | 0,205 |
| Admis | 0,130 | 0,609 | 0,174 | 0,087 | 0 | 0,130 | 0,609 | 0,261 | 0 | 0,087 | 0,522 | 0,391 | 0 | 0,261 | 0,478 | 0,261 |
| L-- | 0 | 0,806 | 0,167 | 0,028 | 0 | 0,139 | 0,556 | 0,306 | 0 | 0,056 | 0,528 | 0,417 | 0 | 0,306 | 0,444 | 0,250 |
| MP+ | 0,045 | 0,591 | 0,364 | 0,000 | 0,045 | 0,318 | 0,318 | 0,318 | 0,000 | 0,227 | 0,591 | 0,182 | 0,091 | 0,318 | 0,545 | 0,045 |
| MPo | 0,150 | 0,650 | 0,100 | 0,100 | 0,050 | 0,150 | 0,450 | 0,350 | 0,050 | 0,000 | 0,550 | 0,400 | 0 | 0,300 | 0,650 | 0,050 |
| MP- | 0,250 | 0,583 | 0,167 | 0,000 | 0,000 | 0,250 | 0,417 | 0,333 | 0,042 | 0,000 | 0,667 | 0,292 | 0 | 0,500 | 0,417 | 0,083 |
| L | 0,112 | 0,654 | 0,168 | 0,065 | 0,000 | 0,093 | 0,505 | 0,402 | 0,000 | 0,093 | 0,486 | 0,421 | 0 | 0,308 | 0,458 | 0,234 |
| MP | 0,152 | 0,606 | 0,212 | 0,030 | 0,030 | 0,242 | 0,394 | 0,333 | 0,030 | 0,076 | 0,606 | 0,288 | 0,030 | 0,379 | 0,530 | 0,061 |
| Tous | 0,127 | 0,636 | 0,185 | 0,052 | 0,012 | 0,150 | 0,462 | 0,376 | 0,012 | 0,087 | 0,532 | 0,370 | 0,012 | 0,335 | 0,486 | 0,168 |

| I | Aide1 | Aide2 | Aide3 | Aide4 | Idée1 | Idée2 | Idée3 | Idée4 | Exa1 | Exa2 | Exa3 | Exa4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 0 | 20 | 19 | 4 | 0 | 15 | 24 | 4 | 0 | 21 | 19 | 3 |
| Lo | 0 | 10 | 9 | 1 | 0 | 7 | 12 | 1 | 1 | 13 | 6 | 0 |
| L- | 1 | 23 | 17 | 3 | 0 | 15 | 22 | 7 | 2 | 24 | 18 | 0 |
| Admis | 0 | 9 | 11 | 3 | 0 | 12 | 10 | 1 | 0 | 14 | 8 | 1 |
| L-- | 0 | 19 | 15 | 2 | 0 | 12 | 17 | 7 | 2 | 20 | 14 | 0 |
| MP+ | 2 | 8 | 10 | 2 | 0 | 8 | 7 | 7 | 4 | 13 | 5 | 0 |
| MPo | 2 | 8 | 7 | 3 | 0 | 2 | 12 | 6 | 0 | 17 | 3 | 0 |
| MP- | 0 | 9 | 12 | 3 | 0 | 4 | 14 | 6 | 1 | 15 | 7 | 1 |
| L | 1 | 53 | 45 | 8 | 0 | 37 | 58 | 12 | 3 | 58 | 43 | 3 |
| MP | 4 | 25 | 29 | 8 | 0 | 14 | 33 | 19 | 5 | 45 | 15 | 1 |
| Tous | 5 | 78 | 74 | 16 | 0 | 51 | 91 | 31 | 8 | 103 | 58 | 4 |
| | Aide1 | Aide2 | Aide3 | Aide4 | Idée1 | Idée2 | Idée3 | Idée4 | Exa1 | Exa2 | Exa3 | Exa4 |
| L+ | 0 | 0,465 | 0,442 | 0,093 | 0 | 0,349 | 0,558 | 0,093 | 0 | 0,488 | 0,442 | 0,070 |
| Lo | 0 | 0,500 | 0,450 | 0,050 | 0 | 0,350 | 0,600 | 0,050 | 0,050 | 0,650 | 0,300 | 0 |
| L- | 0,023 | 0,523 | 0,386 | 0,068 | 0 | 0,341 | 0,500 | 0,159 | 0,045 | 0,545 | 0,409 | 0 |
| Admis | 0 | 0,391 | 0,478 | 0,130 | 0 | 0,522 | 0,435 | 0,043 | 0 | 0,609 | 0,348 | 0,043 |
| L-- | 0 | 0,528 | 0,417 | 0,056 | 0 | 0,333 | 0,472 | 0,194 | 0,056 | 0,556 | 0,389 | 0 |
| MP+ | 0,091 | 0,364 | 0,455 | 0,091 | 0 | 0,364 | 0,318 | 0,318 | 0,182 | 0,591 | 0,227 | 0 |
| MPo | 0,100 | 0,400 | 0,350 | 0,150 | 0 | 0,100 | 0,600 | 0,300 | 0 | 0,850 | 0,150 | 0 |
| MP- | 0 | 0,375 | 0,500 | 0,125 | 0 | 0,167 | 0,583 | 0,250 | 0,042 | 0,625 | 0,292 | 0,042 |
| L | 0,009 | 0,495 | 0,421 | 0,075 | 0 | 0,346 | 0,542 | 0,112 | 0,028 | 0,542 | 0,402 | 0,028 |
| MP | 0,061 | 0,379 | 0,439 | 0,121 | 0 | 0,212 | 0,500 | 0,288 | 0,076 | 0,682 | 0,227 | 0,015 |
| Tous | 0,029 | 0,451 | 0,428 | 0,092 | 0 | 0,295 | 0,526 | 0,179 | 0,046 | 0,595 | 0,335 | 0,023 |

| I Moyenne | Rg Jeu | Rg Entraîn | Rg Comprdre | Rg Exemple | Rg Aide | Rg Idées | Rg Examen |
|-----------|--------|------------|-------------|------------|---------|----------|-----------|
| L+ | 2,209 | 5,256 | 5,651 | 3,884 | 3,698 | 4,186 | 3,140 |
| Lo | 3,100 | 5,600 | 5,250 | 4,300 | 3,150 | 3,850 | 2,750 |
| L- | 2,295 | 4,773 | 5,568 | 3,886 | 3,909 | 4,568 | 3,000 |
| MP+ | 3,045 | 4,864 | 4,727 | 3,500 | 3,727 | 4,500 | 2,364 |
| MPO | 2,050 | 4,550 | 5,200 | 4,400 | 4,100 | 4,950 | 2,600 |
| MP- | 1,792 | 5,083 | 4,917 | 3,875 | 4,458 | 5,000 | 2,792 |
| L | 2,411 | 5,121 | 5,542 | 3,963 | 3,682 | 4,280 | 3,009 |
| MP | 2,288 | 4,848 | 4,939 | 3,909 | 4,106 | 4,818 | 2,591 |
| Tous | 2,351 | 4,989 | 5,282 | 3,920 | 3,822 | 4,460 | 2,833 |

Ecart -Type

| | Rg Jeu | Rg Entraîner | Rg Comprdre | Rg Exemple | Rg Aide | Rg Idées | Rg Examen |
|------|--------|--------------|-------------|------------|---------|----------|-----------|
| L+ | 1,934 | 1,720 | 1,325 | 1,841 | 1,611 | 1,577 | 1,767 |
| Lo | 2,360 | 1,569 | 1,773 | 1,976 | 1,496 | 1,496 | 1,482 |
| L- | 1,983 | 1,841 | 1,860 | 1,528 | 1,552 | 1,771 | 1,599 |
| MP+ | 2,214 | 2,232 | 1,980 | 1,711 | 1,956 | 2,087 | 1,649 |
| MPO | 1,849 | 2,114 | 1,704 | 1,429 | 1,774 | 1,504 | 1,536 |
| MP- | 1,351 | 1,998 | 1,717 | 1,191 | 1,503 | 1,642 | 1,978 |
| L | 2,046 | 1,758 | 1,638 | 1,737 | 1,576 | 1,653 | 1,640 |
| MP | 1,879 | 2,092 | 1,788 | 1,475 | 1,746 | 1,753 | 1,727 |
| Tous | 1,982 | 1,923 | 1,759 | 1,660 | 1,672 | 1,736 | 1,690 |

A.II. Question II

| II | Def 1 | Def2 | Def 3 | Def 4 | Th 1 | Th 2 | Th 3 | Th 4 | Dém1 | Dém2 | Dém3 | Dém4 | Exe 1 | Exe 2 | Exe 3 | Exe 4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 0 | 0 | 4 | 39 | 0 | 1 | 7 | 35 | 0 | 8 | 28 | 7 | 2 | 10 | 30 | 1 |
| Lo | 0 | 0 | 1 | 19 | 0 | 0 | 5 | 15 | 0 | 3 | 17 | 0 | 0 | 5 | 14 | 1 |
| L- | 0 | 0 | 2 | 43 | 0 | 0 | 3 | 42 | 1 | 9 | 32 | 3 | 0 | 10 | 35 | 0 |
| Admis | 0 | 0 | 4 | 19 | 0 | 1 | 2 | 20 | 0 | 3 | 17 | 3 | 0 | 6 | 16 | 1 |
| L-- | 0 | 0 | 2 | 35 | 0 | 0 | 2 | 35 | 1 | 8 | 25 | 3 | 0 | 5 | 32 | 0 |
| MP+ | 0 | 1 | 5 | 16 | 0 | 0 | 3 | 19 | 0 | 8 | 12 | 2 | 0 | 8 | 13 | 1 |
| MPo | 0 | 0 | 2 | 18 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 9 | 10 | 1 | 0 | 6 | 12 | 2 |
| MP- | 0 | 0 | 3 | 21 | 0 | 0 | 1 | 23 | 0 | 6 | 18 | 0 | 0 | 6 | 18 | 0 |
| L | 0 | 0 | 7 | 101 | 0 | 1 | 15 | 92 | 1 | 20 | 77 | 10 | 2 | 25 | 79 | 2 |
| MP | 0 | 1 | 10 | 55 | 0 | 0 | 4 | 62 | 0 | 23 | 40 | 3 | 0 | 20 | 43 | 3 |
| Tous | 0 | 1 | 17 | 156 | 0 | 1 | 19 | 154 | 1 | 43 | 117 | 13 | 2 | 45 | 122 | 5 |
| | Def 1 | Def 2 | Def3 | Def 4 | Th 1 | Th 2 | Th 3 | Th 4 | Dém1 | Dém2 | Dém3 | Dém4 | Exe 1 | Exe 2 | Exe 3 | Exe 4 |
| L+ | 0,000 | 0,000 | 0,093 | 0,907 | 0,000 | 0,023 | 0,163 | 0,814 | 0,000 | 0,186 | 0,651 | 0,163 | 0,047 | 0,233 | 0,698 | 0,023 |
| Lo | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 0,950 | 0,000 | 0,000 | 0,250 | 0,750 | 0,000 | 0,150 | 0,850 | 0,000 | 0,000 | 0,250 | 0,700 | 0,050 |
| L- | 0,000 | 0,000 | 0,044 | 0,956 | 0,000 | 0,000 | 0,067 | 0,933 | 0,022 | 0,200 | 0,711 | 0,067 | 0,000 | 0,222 | 0,778 | 0,000 |
| Admis | 0 | 0 | 0,174 | 0,826 | 0 | 0,043 | 0,087 | 0,870 | 0 | 0,130 | 0,739 | 0,130 | 0 | 0,261 | 0,696 | 0,043 |
| L-- | 0 | 0 | 0,054 | 0,946 | 0 | 0 | 0,054 | 0,946 | 0,027 | 0,216 | 0,676 | 0,081 | 0 | 0,135 | 0,865 | 0 |
| MP+ | 0,000 | 0,045 | 0,227 | 0,727 | 0,000 | 0,000 | 0,136 | 0,864 | 0,000 | 0,364 | 0,545 | 0,091 | 0,000 | 0,364 | 0,591 | 0,045 |
| MPo | 0,000 | 0,000 | 0,100 | 0,900 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 0,450 | 0,500 | 0,050 | 0,000 | 0,300 | 0,600 | 0,100 |
| MP- | 0,000 | 0,000 | 0,125 | 0,875 | 0,000 | 0,000 | 0,042 | 0,958 | 0,000 | 0,250 | 0,750 | 0,000 | 0,000 | 0,250 | 0,750 | 0,000 |
| L | 0,000 | 0,000 | 0,065 | 0,935 | 0,000 | 0,009 | 0,139 | 0,852 | 0,009 | 0,185 | 0,713 | 0,093 | 0,019 | 0,231 | 0,731 | 0,019 |
| MP | 0,000 | 0,015 | 0,152 | 0,833 | 0,000 | 0,000 | 0,061 | 0,939 | 0,000 | 0,348 | 0,606 | 0,045 | 0,000 | 0,303 | 0,652 | 0,045 |
| Tous | 0,000 | 0,006 | 0,098 | 0,897 | 0,000 | 0,006 | 0,109 | 0,885 | 0,006 | 0,247 | 0,672 | 0,075 | 0,011 | 0,259 | 0,701 | 0,029 |

| II | Enst1 | Enst2 | Enst3 | Enst4 | Rés 1 | Rés 2 | Rés 3 | Rés 4 | ExTr1 | ExTr2 | ExTr3 | ExTr4 | ENtr1 | ENtr2 | ENtr3 | ENtr4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 1 | 2 | 32 | 8 | 0 | 5 | 20 | 18 | 5 | 19 | 16 | 3 | 0 | 1 | 13 | 29 |
| Lo | 0 | 1 | 14 | 5 | 0 | 0 | 11 | 9 | 0 | 13 | 5 | 2 | 0 | 0 | 8 | 12 |
| L- | 1 | 1 | 36 | 7 | 0 | 4 | 23 | 18 | 5 | 24 | 13 | 3 | 0 | 1 | 16 | 28 |
| Admis | 0 | 1 | 21 | 1 | 0 | 2 | 17 | 4 | 4 | 13 | 6 | 0 | 0 | 1 | 10 | 12 |
| L-- | 1 | 1 | 30 | 5 | 0 | 4 | 16 | 17 | 4 | 18 | 12 | 3 | 0 | 1 | 12 | 24 |
| MP+ | 1 | 0 | 15 | 6 | 5 | 5 | 7 | 5 | 2 | 9 | 11 | 0 | 1 | 1 | 12 | 8 |
| MPO | 0 | 3 | 11 | 6 | 0 | 2 | 14 | 4 | 4 | 8 | 7 | 1 | 0 | 3 | 8 | 9 |
| MP- | 0 | 2 | 22 | 0 | 0 | 2 | 10 | 12 | 1 | 6 | 11 | 6 | 0 | 1 | 12 | 11 |
| L | 2 | 4 | 82 | 20 | 0 | 9 | 54 | 45 | 10 | 56 | 34 | 8 | 0 | 2 | 37 | 69 |
| MP | 1 | 5 | 48 | 12 | 5 | 9 | 31 | 21 | 7 | 23 | 29 | 7 | 1 | 5 | 32 | 28 |
| Tous | 3 | 9 | 130 | 32 | 5 | 18 | 85 | 66 | 17 | 79 | 63 | 15 | 1 | 7 | 69 | 97 |
| | Enst1 | Enst2 | Enst3 | Enst4 | Rés 1 | Rés 2 | Rés 3 | Rés 4 | ExTr1 | ExTr2 | ExTr3 | ExTr4 | ENtr1 | ENtr2 | ENtr3 | ENtr4 |
| L+ | 0,023 | 0,047 | 0,744 | 0,186 | 0,000 | 0,116 | 0,465 | 0,419 | 0,116 | 0,442 | 0,372 | 0,070 | 0,000 | 0,023 | 0,302 | 0,674 |
| Lo | 0,000 | 0,050 | 0,700 | 0,250 | 0,000 | 0,000 | 0,550 | 0,450 | 0,000 | 0,650 | 0,250 | 0,100 | 0,000 | 0,000 | 0,400 | 0,600 |
| L- | 0,022 | 0,022 | 0,800 | 0,156 | 0,000 | 0,089 | 0,511 | 0,400 | 0,111 | 0,533 | 0,289 | 0,067 | 0,000 | 0,022 | 0,356 | 0,622 |
| Admis | 0 | 0,043 | 0,913 | 0,043 | 0 | 0,087 | 0,739 | 0,174 | 0,174 | 0,565 | 0,261 | 0 | 0 | 0,043 | 0,435 | 0,522 |
| L-- | 0,027 | 0,027 | 0,811 | 0,135 | 0 | 0,108 | 0,432 | 0,459 | 0,108 | 0,486 | 0,324 | 0,081 | 0 | 0,027 | 0,324 | 0,649 |
| MP+ | 0,045 | 0,000 | 0,682 | 0,273 | 0,227 | 0,227 | 0,318 | 0,227 | 0,091 | 0,409 | 0,500 | 0,000 | 0,045 | 0,045 | 0,545 | 0,364 |
| MPO | 0,000 | 0,150 | 0,550 | 0,300 | 0,000 | 0,100 | 0,700 | 0,200 | 0,200 | 0,400 | 0,350 | 0,050 | 0,000 | 0,150 | 0,400 | 0,450 |
| MP- | 0,000 | 0,083 | 0,917 | 0,000 | 0,000 | 0,083 | 0,417 | 0,500 | 0,042 | 0,250 | 0,458 | 0,250 | 0,000 | 0,042 | 0,500 | 0,458 |
| L | 0,019 | 0,037 | 0,759 | 0,185 | 0,000 | 0,083 | 0,500 | 0,417 | 0,093 | 0,519 | 0,315 | 0,074 | 0,000 | 0,019 | 0,343 | 0,639 |
| MP | 0,015 | 0,076 | 0,727 | 0,182 | 0,076 | 0,136 | 0,470 | 0,318 | 0,106 | 0,348 | 0,439 | 0,106 | 0,015 | 0,076 | 0,485 | 0,424 |
| Tous | 0,017 | 0,052 | 0,747 | 0,184 | 0,029 | 0,103 | 0,489 | 0,379 | 0,09 | 0,454 | 0,362 | 0,086 | 0,006 | 0,040 | 0,397 | 0,557 |

| II | ENCh1 | ENCh2 | ENCh3 | ENCh4 | Err 1 | Err 2 | Err 3 | Err 4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 5 | 14 | 10 | 14 | 0 | 0 | 18 | 25 |
| Lo | 1 | 11 | 3 | 5 | 0 | 0 | 9 | 11 |
| L- | 5 | 15 | 10 | 15 | 0 | 4 | 15 | 26 |
| Admis | 3 | 10 | 2 | 8 | 0 | 0 | 13 | 10 |
| L-- | 5 | 13 | 9 | 10 | 0 | 3 | 12 | 22 |
| MP+ | 5 | 11 | 6 | 0 | 0 | 0 | 10 | 12 |
| MPo | 2 | 6 | 10 | 2 | 0 | 0 | 9 | 11 |
| MP- | 2 | 12 | 6 | 4 | 0 | 1 | 10 | 13 |
| L | 11 | 40 | 23 | 34 | 0 | 4 | 42 | 62 |
| MP | 9 | 29 | 22 | 6 | 0 | 1 | 29 | 36 |
| Tous | 20 | 69 | 45 | 40 | 0 | 5 | 71 | 98 |
| | ENCh1 | ENCh2 | ENCh3 | ENCh4 | Err 1 | Err 2 | Err 3 | Err 4 |
| L+ | 0,116 | 0,326 | 0,233 | 0,326 | 0,000 | 0,000 | 0,419 | 0,581 |
| Lo | 0,050 | 0,550 | 0,150 | 0,250 | 0,000 | 0,000 | 0,450 | 0,550 |
| L- | 0,111 | 0,333 | 0,222 | 0,333 | 0,000 | 0,089 | 0,333 | 0,578 |
| Admis | 0,130 | 0,435 | 0,087 | 0,348 | 0 | 0 | 0,565 | 0,435 |
| L-- | 0,135 | 0,351 | 0,243 | 0,270 | 0 | 0,081 | 0,324 | 0,595 |
| MP+ | 0,227 | 0,500 | 0,273 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,455 | 0,545 |
| MPo | 0,100 | 0,300 | 0,500 | 0,100 | 0,000 | 0,000 | 0,450 | 0,550 |
| MP- | 0,083 | 0,500 | 0,250 | 0,167 | 0,000 | 0,042 | 0,417 | 0,542 |
| L | 0,102 | 0,370 | 0,213 | 0,315 | 0,000 | 0,037 | 0,389 | 0,574 |
| MP | 0,136 | 0,439 | 0,333 | 0,091 | 0,000 | 0,015 | 0,439 | 0,545 |
| Tous | 0,115 | 0,397 | 0,259 | 0,230 | 0,000 | 0,029 | 0,408 | 0,563 |

| II Moyenne | Rg Déf | RgThéo | Rg Dém | Rg Exemple | Rg Enst | Rg Rés | Rg Ex Tr | Rg Ex NTr | Rg Ex NCh | Rg Erreurs |
|------------|--------|--------|--------|------------|---------|--------|----------|-----------|-----------|------------|
| L+ | 10,395 | 9,767 | 6,093 | 4,372 | 5,279 | 6,884 | 2,791 | 6,907 | 3,767 | 6,070 |
| Lo | 10,300 | 9,200 | 5,300 | 4,700 | 5,000 | 7,600 | 3,300 | 7,500 | 3,650 | 6,300 |
| L- | 10,533 | 9,956 | 4,756 | 3,822 | 5,267 | 7,556 | 3,733 | 7,467 | 4,044 | 6,067 |
| Admis | 10,087 | 9,783 | 5,696 | 5,391 | 5,696 | 6,870 | 2,652 | 6,957 | 3,174 | 5,826 |
| L-- | 10,459 | 9,973 | 4,973 | 3,973 | 5,108 | 7,541 | 3,838 | 7,541 | 3,838 | 6,108 |
| MP+ | 8,909 | 9,182 | 4,318 | 4,045 | 5,955 | 4,136 | 3,682 | 5,955 | 2,318 | 6,318 |
| MPO | 8,950 | 9,100 | 3,150 | 4,200 | 5,150 | 5,200 | 2,900 | 6,100 | 3,650 | 6,600 |
| MP- | 8,833 | 9,250 | 4,042 | 3,542 | 3,417 | 6,250 | 4,250 | 6,417 | 3,083 | 5,917 |
| L | 10,435 | 9,741 | 5,389 | 4,204 | 5,222 | 7,296 | 3,278 | 7,250 | 3,861 | 6,111 |
| MP | 8,894 | 9,182 | 3,864 | 3,909 | 4,788 | 5,227 | 3,652 | 6,167 | 3,000 | 6,258 |
| Tous | 9,851 | 9,529 | 4,810 | 4,092 | 5,057 | 6,511 | 3,420 | 6,839 | 3,534 | 6,167 |

| II Ecart T | Rg Déf | Rg Théo | Rg Dém | Rg Exemples | Rg Enst | Rg Rés | Rg Ex Tr | Rg Ex NTr | Rg Ex NCh | Rg Erreurs |
|------------|--------|---------|--------|-------------|---------|--------|----------|-----------|-----------|------------|
| L+ | 1,383 | 1,065 | 2,918 | 2,526 | 1,931 | 2,611 | 2,199 | 2,114 | 2,715 | 2,017 |
| Lo | 1,658 | 1,704 | 2,179 | 2,250 | 2,449 | 1,729 | 2,774 | 1,732 | 2,996 | 2,430 |
| L- | 1,140 | 0,852 | 2,404 | 2,103 | 1,993 | 2,427 | 2,544 | 1,714 | 2,931 | 2,147 |
| Admis | 1,730 | 1,242 | 3,336 | 2,792 | 1,663 | 2,282 | 1,774 | 1,918 | 3,128 | 1,992 |
| L-- | 1,238 | 0,928 | 2,478 | 2,034 | 2,065 | 2,479 | 2,651 | 1,709 | 2,872 | 2,208 |
| MP+ | 1,630 | 0,907 | 1,961 | 1,618 | 2,360 | 2,867 | 2,358 | 1,430 | 1,673 | 2,033 |
| MPO | 1,538 | 1,832 | 2,007 | 2,397 | 2,368 | 2,142 | 1,944 | 1,651 | 2,084 | 1,984 |
| MP- | 1,308 | 0,847 | 1,805 | 1,793 | 1,909 | 2,524 | 2,558 | 1,530 | 2,483 | 2,394 |
| L | 1,334 | 1,155 | 2,633 | 2,311 | 2,043 | 2,396 | 2,472 | 1,890 | 2,837 | 2,133 |
| MP | 1,469 | 1,227 | 1,952 | 1,935 | 2,434 | 2,653 | 2,350 | 1,525 | 2,155 | 2,143 |
| Tous | 1,573 | 1,210 | 2,504 | 2,175 | 2,203 | 2,685 | 2,426 | 1,833 | 2,626 | 2,132 |

A.III. Question III

| | Pass1 | Pass2 | Pass3 | Pass4 | Rele1 | Rele2 | Rele3 | Rele4 | Dét1 | Dét2 | Dét3 | Dét4 | Ref 1 | Ref 2 | Ref 3 | Ref 4 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 24 | 18 | 1 | 0 | 8 | 27 | 7 | 1 | 1 | 4 | 24 | 14 | 3 | 11 | 25 | 4 |
| Lo | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 10 | 7 | 1 | 0 | 4 | 8 | 8 | 2 | 10 | 7 | 1 |
| L- | 15 | 27 | 3 | 0 | 3 | 26 | 12 | 4 | 0 | 8 | 23 | 14 | 9 | 15 | 19 | 2 |
| MP+ | 4 | 13 | 3 | 2 | 1 | 13 | 7 | 1 | 2 | 4 | 12 | 4 | 8 | 7 | 5 | 2 |
| MPo | 8 | 11 | 1 | 0 | 1 | 12 | 7 | 0 | 0 | 1 | 14 | 5 | 4 | 11 | 4 | 1 |
| MP- | 10 | 13 | 1 | 0 | 1 | 16 | 6 | 1 | 0 | 4 | 16 | 4 | 2 | 10 | 10 | 2 |
| L | 49 | 53 | 5 | 1 | 13 | 63 | 26 | 6 | 1 | 16 | 55 | 36 | 14 | 36 | 51 | 7 |
| MP | 22 | 37 | 5 | 2 | 3 | 41 | 20 | 2 | 2 | 9 | 42 | 13 | 14 | 28 | 19 | 5 |
| Tous | 71 | 90 | 10 | 3 | 16 | 104 | 46 | 8 | 3 | 25 | 97 | 49 | 28 | 64 | 70 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pass1 | Pass2 | Pass3 | Pass4 | Rele1 | Rele2 | Rele3 | Rele4 | Dét1 | Dét2 | Dét3 | Dét4 | Ref 1 | Ref 2 | Ref 3 | Ref 4 |
| L+ | 0,588 | 0,419 | 0,023 | 0,000 | 0,186 | 0,628 | 0,163 | 0,023 | 0,023 | 0,093 | 0,558 | 0,326 | 0,070 | 0,256 | 0,581 | 0,093 |
| Lo | 0,500 | 0,400 | 0,050 | 0,050 | 0,100 | 0,500 | 0,350 | 0,050 | 0,000 | 0,200 | 0,400 | 0,400 | 0,100 | 0,500 | 0,350 | 0,050 |
| L- | 0,333 | 0,600 | 0,067 | 0,000 | 0,067 | 0,578 | 0,267 | 0,089 | 0,000 | 0,178 | 0,511 | 0,311 | 0,200 | 0,333 | 0,422 | 0,044 |
| MP+ | 0,182 | 0,591 | 0,136 | 0,091 | 0,045 | 0,591 | 0,318 | 0,045 | 0,091 | 0,182 | 0,545 | 0,182 | 0,364 | 0,318 | 0,227 | 0,091 |
| MPo | 0,400 | 0,550 | 0,050 | 0,000 | 0,050 | 0,600 | 0,350 | 0 | 0,000 | 0,050 | 0,700 | 0,250 | 0,200 | 0,550 | 0,200 | 0,050 |
| MP- | 0,417 | 0,542 | 0,042 | 0,000 | 0,042 | 0,667 | 0,250 | 0,042 | 0,000 | 0,167 | 0,667 | 0,167 | 0,083 | 0,417 | 0,417 | 0,083 |
| L | 0,454 | 0,491 | 0,046 | 0,009 | 0,120 | 0,583 | 0,241 | 0,056 | 0,009 | 0,148 | 0,509 | 0,333 | 0,130 | 0,333 | 0,472 | 0,065 |
| MP | 0,333 | 0,561 | 0,076 | 0,030 | 0,045 | 0,621 | 0,303 | 0,030 | 0,030 | 0,136 | 0,636 | 0,197 | 0,212 | 0,424 | 0,288 | 0,076 |
| Tous | 0,408 | 0,517 | 0,057 | 0,017 | 0,092 | 0,598 | 0,264 | 0,046 | 0,017 | 0,144 | 0,557 | 0,282 | 0,161 | 0,368 | 0,402 | 0,069 |

| | Hyp 1 | Hyp 2 | Hyp 3 | Hyp 4 | Plan1 | Plan2 | Plan3 | Plan4 | Ech 1 | Ech 2 | Ech 3 | Ech 4 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 1 | 7 | 19 | 16 | 3 | 13 | 17 | 10 | 1 | 3 | 18 | 21 |
| Lo | 2 | 2 | 11 | 5 | 1 | 6 | 8 | 5 | 0 | 1 | 12 | 7 |
| L- | 2 | 10 | 18 | 15 | 9 | 18 | 12 | 6 | 0 | 3 | 21 | 21 |
| MP+ | 1 | 4 | 12 | 5 | 7 | 5 | 8 | 2 | 1 | 6 | 12 | 3 |
| MPO | 0 | 6 | 5 | 9 | 5 | 6 | 6 | 3 | 0 | 2 | 12 | 6 |
| MP- | 1 | 4 | 13 | 6 | 5 | 8 | 6 | 5 | 0 | 3 | 11 | 10 |
| L | 5 | 19 | 48 | 36 | 13 | 37 | 37 | 21 | 1 | 7 | 51 | 49 |
| MP | 2 | 14 | 30 | 20 | 17 | 19 | 20 | 10 | 1 | 11 | 35 | 19 |
| Tous | 7 | 33 | 78 | 56 | 30 | 56 | 57 | 31 | 2 | 18 | 86 | 68 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | Hyp 1 | Hyp 2 | Hyp 3 | Hyp 4 | Plan1 | Plan2 | Plan3 | Plan4 | Ech 1 | Ech 2 | Ech 3 | Ech 4 |
| L+ | 0,023 | 0,163 | 0,442 | 0,372 | 0,070 | 0,302 | 0,395 | 0,233 | 0,023 | 0,070 | 0,419 | 0,488 |
| Lo | 0,100 | 0,100 | 0,550 | 0,250 | 0,050 | 0,300 | 0,400 | 0,250 | 0,000 | 0,050 | 0,600 | 0,350 |
| L- | 0,044 | 0,222 | 0,400 | 0,333 | 0,200 | 0,400 | 0,267 | 0,133 | 0,000 | 0,067 | 0,467 | 0,467 |
| MP+ | 0,045 | 0,182 | 0,545 | 0,227 | 0,318 | 0,227 | 0,364 | 0,091 | 0,045 | 0,273 | 0,545 | 0,136 |
| MPO | 0,000 | 0,300 | 0,250 | 0,450 | 0,250 | 0,300 | 0,300 | 0,150 | 0,000 | 0,100 | 0,600 | 0,300 |
| MP- | 0,042 | 0,167 | 0,542 | 0,250 | 0,208 | 0,333 | 0,250 | 0,208 | 0,000 | 0,125 | 0,458 | 0,417 |
| L | 0,046 | 0,176 | 0,444 | 0,333 | 0,120 | 0,343 | 0,343 | 0,194 | 0,009 | 0,065 | 0,472 | 0,454 |
| MP | 0,030 | 0,212 | 0,455 | 0,303 | 0,258 | 0,288 | 0,303 | 0,152 | 0,015 | 0,167 | 0,530 | 0,288 |
| Tous | 0,040 | 0,190 | 0,448 | 0,322 | 0,172 | 0,322 | 0,328 | 0,178 | 0,011 | 0,103 | 0,494 | 0,391 |

| | Idée 1 | Idée 2 | Idée 3 | Idée 4 | | Mém1 | Mém2 | Mém3 | Mém4 | | Oub1 | Oub2 | Oub3 | Oub4 |
|------|--------|--------|--------|--------|--|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|-------|
| L+ | 1 | 4 | 21 | 17 | | 2 | 15 | 22 | 4 | | 7 | 31 | 4 | 1 |
| Lo | 0 | 2 | 12 | 6 | | 0 | 9 | 10 | 1 | | 2 | 16 | 2 | 0 |
| L- | 0 | 7 | 28 | 10 | | 2 | 13 | 27 | 3 | | 9 | 26 | 8 | 2 |
| MP+ | 0 | 3 | 9 | 10 | | 2 | 8 | 9 | 3 | | 2 | 8 | 8 | 4 |
| MPO | 0 | 2 | 11 | 7 | | 4 | 6 | 10 | 0 | | 4 | 10 | 6 | 0 |
| MP- | 0 | 2 | 13 | 9 | | 0 | 6 | 18 | 0 | | 5 | 12 | 6 | 1 |
| L | 1 | 13 | 61 | 33 | | 4 | 37 | 59 | 8 | | 18 | 73 | 14 | 3 |
| MP | 0 | 7 | 33 | 26 | | 6 | 20 | 37 | 3 | | 11 | 30 | 20 | 5 |
| Tous | 1 | 20 | 94 | 59 | | 10 | 57 | 96 | 11 | | 29 | 103 | 34 | 8 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | Idée 1 | Idée 2 | Idée 3 | Idée 4 | | Mém1 | Mém2 | Mém3 | Mém4 | | Oub1 | Oub2 | Oub3 | Oub4 |
| L+ | 0,023 | 0,093 | 0,488 | 0,395 | | 0,047 | 0,349 | 0,512 | 0,093 | | 0,163 | 0,721 | 0,093 | 0,023 |
| Lo | 0,000 | 0,100 | 0,600 | 0,300 | | 0,000 | 0,450 | 0,500 | 0,050 | | 0,100 | 0,800 | 0,100 | 0,000 |
| L- | 0,000 | 0,156 | 0,622 | 0,222 | | 0,044 | 0,289 | 0,600 | 0,067 | | 0,200 | 0,578 | 0,178 | 0,044 |
| MP+ | 0,000 | 0,136 | 0,409 | 0,455 | | 0,091 | 0,364 | 0,409 | 0,136 | | 0,091 | 0,364 | 0,364 | 0,182 |
| MPO | 0,000 | 0,100 | 0,550 | 0,350 | | 0,200 | 0,300 | 0,500 | 0,000 | | 0,200 | 0,500 | 0,300 | 0,000 |
| MP- | 0,000 | 0,083 | 0,542 | 0,375 | | 0,000 | 0,250 | 0,750 | 0,000 | | 0,208 | 0,500 | 0,250 | 0,042 |
| L | 0,009 | 0,120 | 0,565 | 0,306 | | 0,037 | 0,343 | 0,546 | 0,074 | | 0,167 | 0,676 | 0,130 | 0,028 |
| MP | 0,000 | 0,106 | 0,500 | 0,394 | | 0,091 | 0,303 | 0,561 | 0,045 | | 0,167 | 0,455 | 0,303 | 0,076 |
| Tous | 0,006 | 0,115 | 0,540 | 0,339 | | 0,057 | 0,328 | 0,552 | 0,063 | | 0,167 | 0,592 | 0,195 | 0,046 |

| III Moyenne | Rg Passé | Rg Relecture | Rg Détails | Rg Refaire | Rg Hypoth | Rg Plan | Rg PtsEchec | Rg Idées | Rg Mémor | Rg Oubli |
|-------------|----------|--------------|------------|------------|-----------|---------|-------------|----------|----------|----------|
| L+ | 1,442 | 3,791 | 7,674 | 6,000 | 6,674 | 5,674 | 8,000 | 6,837 | 5,070 | 2,558 |
| Lo | 1,400 | 4,800 | 7,400 | 3,850 | 6,350 | 5,850 | 7,900 | 7,050 | 5,250 | 2,400 |
| L- | 1,467 | 4,111 | 6,489 | 4,267 | 5,711 | 4,067 | 6,889 | 6,356 | 4,911 | 2,200 |
| MP+ | 3,227 | 5,500 | 5,955 | 3,364 | 5,909 | 5,000 | 5,909 | 7,682 | 5,364 | 4,545 |
| Mpo | 2,000 | 4,550 | 7,150 | 4,150 | 7,350 | 5,000 | 7,800 | 7,950 | 5,500 | 3,550 |
| MP- | 2,417 | 4,708 | 6,542 | 5,000 | 5,958 | 4,750 | 7,333 | 7,333 | 5,250 | 3,458 |
| L | 1,444 | 4,111 | 7,130 | 4,880 | 6,213 | 5,037 | 7,519 | 6,676 | 5,037 | 2,380 |
| MP | 2,561 | 4,924 | 6,530 | 4,197 | 6,364 | 4,909 | 7,000 | 7,636 | 5,364 | 3,848 |
| Tous | 1,868 | 4,420 | 6,902 | 4,621 | 6,270 | 4,989 | 7,322 | 7,040 | 5,161 | 2,937 |

Ecart type

| | Rg Passé | Rg Relecture | Rg Détails | Rg Refaire | Rg Hypoth | Rg Plan | Rg PtsEchec | Rg Idées | Rg Mémor | Rg Oubli |
|------|----------|--------------|------------|------------|-----------|---------|-------------|----------|----------|----------|
| L+ | 1,297 | 2,231 | 2,437 | 2,370 | 2,179 | 2,495 | 2,309 | 2,081 | 2,186 | 1,548 |
| Lo | 1,046 | 2,567 | 2,963 | 2,110 | 2,907 | 2,277 | 2,360 | 2,481 | 2,403 | 1,353 |
| L- | 1,254 | 2,886 | 3,653 | 3,114 | 3,286 | 2,692 | 3,332 | 3,105 | 2,737 | 1,632 |
| MP+ | 3,206 | 2,874 | 2,836 | 2,574 | 2,706 | 2,992 | 2,617 | 2,697 | 2,381 | 3,247 |
| MPO | 1,170 | 2,188 | 2,412 | 2,277 | 2,346 | 3,026 | 1,989 | 1,701 | 2,328 | 2,089 |
| MP- | 2,263 | 2,694 | 2,686 | 3,203 | 2,926 | 2,908 | 2,496 | 2,297 | 2,270 | 2,797 |
| L | 1,225 | 2,584 | 3,112 | 2,801 | 2,829 | 2,651 | 2,817 | 2,615 | 2,449 | 1,545 |
| MP | 2,406 | 2,610 | 2,662 | 2,786 | 2,727 | 2,929 | 2,493 | 2,264 | 2,291 | 2,775 |
| Tous | 1,844 | 2,617 | 2,956 | 2,807 | 2,783 | 2,752 | 2,703 | 2,525 | 2,389 | 2,209 |

Cahier de Didirem n°40 : Erratum

Page 78 note 106

Sources d'idées à retenir

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 65,4 | 78,8 | 1,873 | 7 % |
| P2 | 11,2 | 28,8 | 2,927 | 1 % |
| R | 4,280 | 4,818 | 2,003 | 5 % |

Cahier de Didirem n°40 : Erratum

Page 78 note 106

Sources d'idées à retenir

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 65,4 | 78,8 | 1,873 | 7 % |
| P2 | 11,2 | 28,8 | 2,927 | 1 % |
| R | 4,280 | 4,818 | 2,003 | 5 % |

Cahier de Didirem n°40 : Erratum

Page 78 note 106

Sources d'idées à retenir

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 65,4 | 78,8 | 1,873 | 7 % |
| P2 | 11,2 | 28,8 | 2,927 | 1 % |
| R | 4,280 | 4,818 | 2,003 | 5 % |

Cahier de Didirem n°40 : Erratum

Page 78 note 106

Sources d'idées à retenir

| L/MP | L | MP | t | Significatif au seuil de |
|------|-------|-------|-------|--------------------------|
| P1 | 65,4 | 78,8 | 1,873 | 7 % |
| P2 | 11,2 | 28,8 | 2,927 | 1 % |
| R | 4,280 | 4,818 | 2,003 | 5 % |

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM

Vous pouvez soit :

- Consulter notre site WEB

<http://www.irem-paris7.fr.st/>

- Demander notre catalogue en écrivant à

**IREM Université Paris 7
Case 7018
2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05**

TITRE :

Les objets du travail personnel en mathématiques des étudiants dans l'enseignement supérieur : comparaison de deux institutions, université et classes préparatoires aux grandes écoles.

AUTEUR :

CORINE CASTELA

RESUME :

Il s'agit d'une comparaison des formations dispensées en mathématiques dans deux institutions de l'enseignement supérieur français, l'université et les Classes préparatoires aux Grandes Ecoles. L'objectif est de mettre en évidence des différences qui pourraient contribuer à expliquer le phénomène suivant : à l'IUFM de Haute-Normandie, les étudiants ayant effectué une partie de leur scolarité en classes préparatoires réussissent beaucoup mieux au Capes que ceux qui n'ont fréquenté que l'université.

L'auteure fait l'hypothèse que la résolution des problèmes posés au Capes met en jeu des connaissances qui débordent du cadre du savoir savant mathématique et ne constituent pas des enjeux explicites d'enseignement. Leur acquisition relève largement du travail personnel des étudiants ; celui-ci constitue donc l'objet étudié par la recherche présentée dans ce cahier. Un questionnaire soumis à des étudiants issus de l'université et à des élèves d'une classe de Mathématiques Spéciales aborde trois dimensions du travail personnel, objets, formes et enjeux. Les écarts mis en évidence entre les deux populations sont interprétés en termes de différences du point de vue de la construction des connaissances en jeu dans la résolution de problèmes, les facteurs explicatifs sont recherchés du côté des caractéristiques de l'enseignement dans chacune des institutions.

MOTS CLES :

Mathématiques-enseignement supérieur-CAPES-résolution de problèmes-travail personnel

Editeur : IREM

Université PARIS 7-Denis Diderot

**Directeur responsable de la
publication : M. ARTIGUE**

Case 7018 - 2 Place Jussieu

75251 PARIS Cedex 05

Dépôt légal : Avril 2002

ISBN : 2-86612-222-4