



HAL
open science

L'évaluation dans les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation : Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages

Céline Lepareur,

► To cite this version:

Céline Lepareur,. L'évaluation dans les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation : Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages. Education. Université Grenoble Alpes, 2016. Français. NNT : . tel-01363833

HAL Id: tel-01363833

<https://hal.science/tel-01363833v1>

Submitted on 12 Sep 2016

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.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES

Spécialité : **Sciences de l'éducation**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Céline LEPAREUR

Thèse dirigée par **Michel GRANGEAT**

préparée au sein du **Laboratoire des Sciences de l'Education**

dans l'**École Doctorale des Sciences de l'Homme, du Politique
et du Territoire (ED 454)**

L'évaluation dans les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation : Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages

Thèse soutenue publiquement le **16 juin 2016**
devant le jury composé de :

M. Jean-Marie BOILEVIN

Professeur, Université de Bretagne Occidentale (Rapporteur)

M. Laurent COSNEFROY

Professeur, Ecole Normale Supérieure de Lyon (Président du jury)

M. Philippe DESSUS

Professeur, Université Grenoble Alpes (Examinateur)

M. Michel GRANGEAT

Professeur, Université Grenoble Alpes (Directeur)

Mme Patricia MARZIN

Maitre de conférences HDR, Université Grenoble Alpes (Examinatrice)

Mme Lucie MOTTIER LOPEZ

Professeure associée, FPSE - Université de Genève (Rapporteure)



Remerciements

La reconnaissance silencieuse ne sert à personne.

Gladys Bronwyn Stern

Ce travail doctoral n'aurait pas été possible sans l'aide et le soutien d'un certain nombre de personnes que je souhaite vivement remercier ici.

En premier lieu, j'adresse mes remerciements à mon directeur de thèse, Michel Grangeat, pour la confiance qu'il m'a toujours accordée. J'aimerais lui témoigner ma profonde reconnaissance pour sa disponibilité, ses qualités d'écoute et la bienveillance de ses conseils. Il m'a encouragée, fait voyager, guidée tout en me laissant une grande liberté. J'espère avoir été à la hauteur des responsabilités qu'il m'a déléguées.

J'exprime toute ma gratitude à Lucie Mottier Lopez et Jean-Marie Boilevin qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse. Je remercie également sincèrement Philippe Dessus, Laurent Cosnefroy et Patricia Marzin pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je souhaite remercier tous les enseignants qui m'ont accueillie, caméra au poing, au sein de leurs classes. Leur accueil chaleureux a fait de ces trois années de collaboration une expérience inoubliable. J'associe à ces remerciements les jeunes élèves qui ont directement contribué à cette thèse en acceptant d'être filmés.

Pour tous les moments partagés en 232b (et ailleurs !), je remercie profondément tous mes amis et collègues du LSE. J'adresse une pensée particulière à :

Marine, car c'est avec toi que tout a commencé. Ta gentillesse, ta disponibilité et tes sourires m'ont permis de surmonter mes plus grands moments de doutes.

Jerem, pour m'avoir accompagnée dans les derniers mois où j'en avais le plus besoin. Sois assuré du réconfort que tu auras été pour moi.

David, pour m'avoir montré le chemin. Tu as fait preuve d'une infinie patience pour me former. Sans toi, ce travail ne serait assurément pas ce qu'il est.

Renée, pour nos échanges « méthodologiques » qui m'ont aidée à structurer ma pensée.

Jeff et Nat', pour votre amitié et vos conseils avisés.

Laurent L., pour ta disponibilité sans faille et les petites douceurs partagées...

J'associe à ces remerciements tous les doctorants du LSE pour leur bonne humeur qui a sans nul doute égayé mon quotidien, et notamment Capucine, Ashraf, Olga, Laurent B., Fernando, Ludivine et Valentina.

Mes remerciements vont également aux personnes qui ont gentiment pris de leur temps pour me relire ou m'aiguiller : Gwen, Cécile, Steph, Camille, Yvonne et Jean-claude.

Une pensée particulière s'adresse à mes amis *from normandy* qui m'ont soutenue (*Fort et vert*) contre vents et marées : Mimiche, Julien, Marion, Sophie, Laura et Monsi. Vos encouragements m'ont insufflé la confiance nécessaire pour maintenir le cap.

Ma reconnaissance va également à ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont exprimé leur affection durant ces longues années. Tibo, sans qui je n'aurais commencé ce qui se termine aujourd'hui, mes sœurs Sandrine et Elodie pour m'avoir supportée mais aussi toujours encouragée.

Mes pensées se tournent enfin vers mes parents. Même s'il est difficile de trouver les mots qui conviennent pour vous exprimer toute ma gratitude, soyez néanmoins assurés de votre importance dans l'accomplissement de cette thèse. La fierté perçue dans vos regards a toujours été une intarissable source de motivation.

Résumé

Pour de nombreux pays européens, ces dernières années ont été marquées par l'introduction des Enseignements Scientifiques Fondés sur l'Investigation (ESFI) dans les programmes scolaires. Deux objectifs sont poursuivis : offrir une image « plus conforme » de l'activité scientifique et éveiller l'intérêt des élèves en mettant l'accent sur leur rôle actif dans le processus d'apprentissage. Parallèlement à l'introduction de ces démarches, la mise en œuvre d'évaluations formatives ouvre une voie prometteuse pour répondre à ces objectifs. Elles sont en effet susceptibles de développer l'autorégulation des apprentissages des élèves et de constituer une aide pertinente pour les enseignants afin de réguler leur enseignement (Allal & Mottier Lopez, 2007 ; Clark, 2012 ; Wiliam, 2010). Cette recherche doctorale traite des impacts de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages des élèves dans le cadre spécifique des ESFI. Deux enjeux ont guidé ce travail. Le premier, empirique, concernait l'analyse des pratiques évaluatives des enseignants et de leurs effets sur les processus d'autorégulation. Le second visait la mise au point d'une méthodologie qui permette d'analyser les variables étudiées. Pour ce faire, nous avons procédé par enregistrements vidéo de séances de classe et construit des grilles d'indicateurs nous permettant d'analyser les processus *in situ*. Différentes situations d'enseignement ont été comparées. La première correspondait aux évaluations formatives telles que les enseignants la mettent en œuvre dans leurs pratiques quotidiennes. La deuxième concernait les pratiques évaluatives mises en œuvre par les mêmes enseignants l'année suivante, après qu'un retour réflexif sur leur séance ait été conduit. Nous montrons un meilleur équilibre dans l'usage des différentes modalités d'évaluation formative dans la deuxième situation, notamment vers une plus grande responsabilisation des élèves et mise en avant des pairs en tant que ressource. Les élèves font aussi preuve d'une autorégulation de leur comportement plus efficace au regard d'un temps passé à produire des stratégies de résolution plus importantes et d'un meilleur engagement dans la tâche. Des manques sont néanmoins relevés quant à la façon d'intégrer formellement l'outil d'autoévaluation à l'activité des élèves. Des pistes d'action pour combiner efficacement l'évaluation aux différentes tâches d'apprentissage sont alors proposées.

Mots-clés : Evaluation formative, Autorégulation, Enseignements Scientifiques Fondés sur l'Investigation (ESFI), Apprentissages scolaires, Analyse vidéo

Abstract

Since a few years, in many European countries, Inquiry-Based Science Education (IBSE) has impacted science curriculums. Two goals are at stake: to provide an image of scientific activity more consistent with the actual activity of scientists, and to arouse students' interest by emphasizing their active role in the learning process. With the introduction of these measures, the implementation of formative assessments opens a promising way to meet these goals. They are in fact likely to develop students' self-regulation and to provide relevant feedbacks for teachers to regulate their teaching (Allal & Mottier Lopez, 2007; Clark, 2012; Wiliam, 2010). This doctoral research focuses on the impacts of different modalities of formative assessment on students' self-regulation in the specific context of IBSE. Two issues have guided this work. The first one, of empirical nature, aimed at analyzing the evaluation practices of teachers and their effects on the self-regulatory process. The second one was the development of a methodology to analyze the variables at stake. To do this, we proceeded by recording videos of class sessions and constructed an indicator grid which allowed us to analyze *in situ* process. Different teaching situations were compared. The first corresponded to formative assessments such as teachers implement it in their daily practices. The second concerned the assessment practices implemented by the same teachers the following year, after a workshop where teachers were invited to reflect on their practice. Our results show a better balance in the use of different formative assessment methods in the second situation, especially towards a greater empowerment of students and better taking account peers as resources. Students also demonstrate more efficient self-regulation of their behavior in the light of a greater time spent to produce solving strategies and a better commitment to the task. The question of how to formally integrate the self-assessment tool to student activity is still pending. Some ideas to effectively combine the evaluation with different learning tasks are thus proposed.

Key words: Formative assessment, Self-regulation, Inquiry-Based Science Education (IBSE), School learning, Video analysis

Introduction générale	7
Partie A - ANCRAGE THEORIQUE	11
Chapitre I - Le renouvellement de l'enseignement des sciences en France	13
Chapitre II - Les processus qui sous-tendent l'évaluation sommative et formative	27
Chapitre III - L'identification des processus d'autorégulation	53
Chapitre IV - L'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation des apprentissages dans le cadre des ESFI	89
Chapitre V - Perspectives de recherche, problématique et hypothèses de travail	111
Partie B - METHODOLOGIE : IDENTIFIER LES PRATIQUES, MESURER LES PROCESSUS	117
Chapitre I - Contexte de la recherche et groupe de sujets	119
Chapitre II - Méthodologie de recueil des données	141
Chapitre III - La production des résultats	153
Partie C - RESULTATS	167
Chapitre I - Analyse exploratoire des pratiques d'évaluation formative	169
Chapitre II - Caractériser les séances dans lesquelles s'inscrivent les pratiques évaluatives	177
Chapitre III - Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages	199
Chapitre IV - Eclairage du côté des situations d'enseignement Maths à Modeler	243
Chapitre V - Discussion des résultats et perspectives pour une application pratique	271
Conclusion	293
Bibliographie	297
Liste des Tableaux	321
Liste des Figures.....	323
Table des matières	325
Annexes	331

Introduction générale

Le contrôle des connaissances et des compétences constitue un enjeu crucial des systèmes de formation. Qu'il s'agisse de contrôler l'effectivité des acquisitions, d'attester d'un niveau de diplôme, de dresser un état des lieux, ou encore de renseigner quant à l'atteinte des objectifs poursuivis et des difficultés rencontrées, l'évaluation est inhérente à l'activité d'enseignement.

Les évaluations des performances des élèves français, au plan national (e.g., CEDRE, 2013, 2014) et international (PISA, 2012), attestent un niveau moyen en deçà de ce que l'on pourrait attendre, en regard notamment des ressources allouées, tant humaines que financières et matérielles (Brière & Rudolf, 2011 ; OCDE, 2015). Le Bulletin Officiel du 10 mars 2011 mentionne dans cette lignée la baisse du niveau de compétences des élèves en mathématiques aux dernières évaluations nationales et souligne une diminution sensible des orientations vers les filières scientifiques et techniques.

Ces constats, empiriquement éprouvés, posent deux questions fondamentales. D'abord, les pratiques actuelles d'enseignement ne devraient-elles pas être mises en question ? Plus spécifiquement, peut-on imaginer que la réalité des pratiques d'enseignement ne soit pas à la hauteur de la diversité des contenus à enseigner et des objectifs afférents ? La qualité des apprentissages des élèves profiterait peut-être d'une adaptation des méthodes d'enseignement aux spécificités des contenus disciplinaires. Ensuite, les formes les plus traditionnelles de l'évaluation sont-elles toujours cohérentes avec les objectifs d'apprentissage ? En France, la notation chiffrée constitue le mode d'évaluation le plus largement privilégié. Or, si l'on considère son faible pouvoir informatif (Rapport IGEN, 2013), mais aussi son caractère passablement subjectif (Bressoux & Pansu, 2003), alors son usage intensif mérite d'être remis en cause.

Au plan national, un ensemble de mesures mises en place ces dernières années témoignent, a minima, d'une réflexion autour de ces questions. D'abord, la nécessité d'un renouvellement de l'enseignement des sciences et des mathématiques (Rocard et al., 2007) conduit, dès la rentrée 2006, à l'introduction d'enseignements scientifiques fondés sur l'investigation (ESFI) dans les programmes scolaires français du second degré (BO du 25 août 2005). L'objectif est d'accroître l'efficacité de l'enseignement de façon à pallier aux

insuffisances des élèves et à la faible attractivité de ces disciplines qui souffrent d'une certaine désaffection (Boilevin, 2013a). Les activités fondées sur l'investigation doivent être réalisées par les élèves pour ne pas être réduites à l'apprentissage de résolution de problèmes déjà ficelés. Elles viseraient davantage l'élaboration d'une véritable réflexion, facilitée par la collaboration entre les élèves. Ensuite, ces réformes invitent à repenser la culture de l'évaluation de notre système éducatif afin de valoriser les acquis et lutter contre l'échec scolaire (Scallon, 2004). En témoigne la loi d'orientation de 2005 qui, dorénavant, appelle à une validation des apprentissages par compétences (MEN, 2005).

Par-delà les intentions (Grangeat, 2013), se pose la question de la mise en œuvre effective dans les classes et de ses effets au plan des apprentissages.

Dans les faits, des incohérences subsistent entre les objectifs d'un apprentissage par compétences et l'attribution de notes chiffrées pour l'évaluer (Rapport IGEN, 2013). Pour autant, la question de la notation reste sensible chez les enseignants et « l'évaluation formative apparaît encore, aux yeux du plus grand nombre, comme un complément facultatif plus que comme un autre type d'évaluation possible » (Endrizzi & Rey, 2008, p.3). Néanmoins, la pratique de l'évaluation formative se voit encouragée par de multiples travaux de recherches dans le but de soutenir les apprentissages des élèves et de favoriser la régulation de l'enseignement (e.g., Allal & Mottier Lopez, 2007 ; Black & William, 1998 ; Clark, 2012 ; Mottier Lopez, 2012 ; Wiliam, 2010). D'ailleurs, au regard des volontés exprimées par les politiques actuelles, qui prônent un « apprentissage tout au long de la vie », le développement des compétences d'autorégulation des élèves apparaît comme un enjeu majeur (Puustinen, 2005). Plus largement, les recherches s'accordent à dire que l'autorégulation est une variable décisive pour améliorer la réussite dans les apprentissages et la motivation (e.g., Cosnefroy, 2011 ; Efklides, 2006 ; Pintrich, 2000 ; Zimmerman, 2001). Ainsi, la mise en œuvre de l'évaluation formative semble être une voie prometteuse pour répondre aux objectifs des ESFI. En effet, ces évaluations sont susceptibles de donner des indications pertinentes aux enseignants sur la qualité des acquisitions des élèves et les obstacles qu'ils rencontrent, mais aussi aux élèves sur la progression de leurs apprentissages. En ce sens, elles sont susceptibles d'influencer l'investissement et la motivation des élèves dans les tâches.

Dans cette thèse, nous souhaitons précisément dégager les effets de l'évaluation formative sur les acquisitions des élèves, et tout particulièrement sur leurs processus d'autorégulation, dans le cadre des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation.

Notre étude s'ancre dans un contexte où les enseignants tentent, à la fois, de s'adapter aux préconisations relatives à une approche par compétences et au renouvellement de l'enseignement des sciences. Notre volonté est de contribuer, empiriquement, à l'étude des pratiques enseignantes par l'analyse des effets de différentes approches d'enseignement et d'évaluation sur les apprentissages des élèves. Cette recherche est aussi l'occasion d'une réflexion méthodologique quant aux moyens d'observation et de mesure des processus étudiés. Menée en milieu écologique de classe, au collège précisément, elle vise à dégager les différentes modalités d'évaluation formative susceptibles d'être mises en œuvre dans le cadre des ESFI. L'impact éventuellement différencié de ces diverses modalités sur les processus d'autorégulation des élèves constitue le cœur de cette thèse.

Pour parvenir à nos objectifs, nous développerons notre travail selon l'organisation suivante.

La partie A sera consacrée à la présentation des ancrages théoriques de ce travail. Au regard de la foisonnante littérature relative à la régulation de l'enseignement et de l'apprentissage, nous avons été contrainte de sélectionner les cadres conceptuels essentiels en vue d'en proposer une synthèse nous permettant de dégager les variables et les indicateurs de notre recherche.

La partie B sera l'occasion de justifier et d'étayer la méthodologie que nous avons sélectionnée. Nous y exposerons le contexte de l'étude qui a formellement influencé la nature des données recueillies, notre procédure de recueil et nos méthodologies d'analyse.

La partie C sera séquencée en différents chapitres correspondants à chacune des entrées méthodologiques adoptées. Nous dresserons, ensuite, un bilan des résultats, en proposerons des interprétations avant d'interroger leur portée heuristique.

Partie A - ANCORAGE THEORIQUE

Dans cette première partie, nous présenterons les différents cadres conceptuels mobilisés pour conduire notre recherche et les questions qui en découlent.

Le premier chapitre, introductif, exposera le contexte dans lequel cette recherche doctorale s'inscrit. Plus précisément, nous développerons les problématiques que soulève aujourd'hui l'enseignement des sciences en France à travers une analyse comparée des textes officiels et des projets de recherche mis en place ces dix dernières années.

Le second chapitre sera consacré à l'évaluation. La diversité conceptuelle de ce construit sera étayée, notamment dans le cadre de la distinction entre ses dimensions sommative et formative. Une première caractérisation des pratiques d'évaluation formative en classe sera ensuite proposée.

Différents courants théoriques de la métacognition, à l'origine du concept d'autorégulation, constitueront le cœur du troisième chapitre. Une sélection de modèles cognitifs et motivationnels de l'autorégulation y seront exposés, puis une synthèse des différents outils de mesure, recensés dans la littérature, sera présentée.

Dans un quatrième chapitre, une description des composantes principales de l'autorégulation et de l'évaluation formative, dans le cadre des enseignements scientifiques, sera réalisée en vue de dégager des indicateurs d'analyse. Nous explorerons les recherches qui articulent ces cadres conceptuels afin de les opérationnaliser. Plus largement, nous construirons notre propos autour d'une mise en perspective singulière des cadres mobilisés.

La triangulation de ces cadres conceptuels nous conduira enfin, dans un cinquième chapitre, à développer la problématique de cette thèse. Nous y développerons nos questions de recherche, nos hypothèses et l'approche méthodologique envisagée pour y répondre.

Chapitre I - Le renouvellement de l'enseignement des sciences en France

Dans ce premier chapitre, nous présenterons le contexte de notre recherche par la mise au jour des questions que soulève l'enseignement des sciences aujourd'hui. Bien que les disciplines scientifiques jouissent d'un prestige certain au sein de notre société, il semblerait que la capacité d'innovation de l'Europe, tout comme la qualité de sa recherche, se trouvent actuellement menacées. Serait mise en cause à cela, une « crise » des disciplines scientifiques observée depuis le milieu des années 1990 en Europe (Convert, 2006). Depuis, les rapports (e.g., NRC, 2007 ; OCDE 2006 ; Porchet, 2002 ; Rocard, 2007) se multiplient pour mettre en évidence les inquiétudes liées à la désaffection des étudiants pour les études universitaires scientifiques.

Pour faire face au déclin des effectifs, et répondre au manque avéré de scientifiques et de techniciens européens dans la compétition internationale, un renouvellement de l'enseignement des sciences est préconisé (Rocard et al., 2007). Une nouvelle approche pédagogique, inscrite dans l'*Inquiry-Based Science Education* (IBSE), ou *Inquiry Based Science Teaching* (IBST), s'est imposée dans les textes et programmes officiels de plusieurs pays anglo-saxons depuis les années 1990 (Boilevin, 2013a ; Coquidé, Fortin, & Rumelhard, 2009). En France, les instructions officielles préconisent la mise en œuvre de démarches d'investigation (DI) pour les enseignements de mathématiques, sciences physiques et chimiques, sciences de la vie et de la terre et de technologie, ainsi qu'une mise en convergence de ces disciplines pour le développement d'une culture scientifique (Monod-Ansaldi & Prieur, 2011).

Nous commencerons par exposer les évolutions des instructions officielles qui ont marqué, ces dernières années, l'enseignement des sciences en France. Plus spécifiquement, nous présenterons les prescriptions relatives aux enseignements scientifiques fondés sur l'investigation (ESFI). Des tentatives de définition et de caractérisation de cette méthode d'enseignement seront esquissées par une mobilisation conjointe des textes officiels et des travaux de recherche réalisés sur le domaine. Nous présenterons ensuite un état des lieux des recherches ayant pointées tant les apports que les limites de cette approche. C'est au regard de ces considérations contextuelles que nous soulèverons les perspectives de recherches et le point d'ancrage de la présente étude.

1. Les préconisations relatives aux ESFI

Pour de nombreux pays européens, ces dernières années ont été marquées par l'introduction généralisée dans les programmes scolaires des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation. Des groupes de travail s'accordent sur la nécessité de renouveler l'enseignement des sciences tout au long de la scolarité obligatoire et ce, tant au niveau national qu'international (Coquidé et al., 2009 ; MEN, 2000 ; NRC, 2012). L'impact médiatique du prix Nobel Charpak avait déjà fait prévaloir une nouvelle dynamique pédagogique dans les pays européens, et notamment en France avec l'opération *la main à la pâte* initiée en 1996. C'est plus récemment que le rapport Rocard (2007) a préconisé un renversement de la pédagogie actuelle et l'instauration de nouvelles méthodes d'enseignement des sciences, fondées sur l'investigation. Ce renouvellement ferait suite à une évolution des finalités qui lui sont attribuées ; il s'agit de favoriser le développement d'une culture scientifique chez les futurs citoyens en donnant une image plus riche et diversifiée des démarches scientifiques (Boilevin, 2013a).

1.1. Revue des récentes évolutions des programmes et textes officiels

Dans le cadre du Plan de Renovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole (PRESTE), les instances éducatives évoquent la nécessité d'installer dès l'école les premières bases d'une culture scientifique (BO du 23 juin 2000). La circulaire du 15 avril 2005 place le PRESTE comme partie intégrante des priorités de l'école primaire. Dans la même perspective, en France, l'introduction du socle commun des connaissances et des compétences (MEN, 2005) conduit les acteurs de l'éducation à repenser les objectifs d'apprentissage et les méthodes d'évaluation (Beorchia & Boilevin, 2009). Ainsi, d'après ces rapports, il semblerait que la crise des effectifs dans les filières scientifiques soit fortement liée à la façon dont les sciences sont enseignées dans le système scolaire actuel.

Face au consensus sur la nécessité de rendre plus effectif l'enseignement des sciences, les nouveaux programmes (BO, 25 août 2005 ; BO, 10 mars 2011 ; MEN, 2007 ; MEN, 2008) préconisent une approche pédagogique fondée sur le questionnement et l'investigation. Les programmes de l'enseignement primaire de 2008 soulignent que « les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le

progrès scientifique et technique ». Du côté de l'enseignement secondaire, les programmes de 2006 déclarent que la promotion des disciplines scientifiques et technologiques, à travers la mise en place de démarches d'investigation par les enseignants de sciences au collège, permet d'offrir une image « plus conforme » de l'activité scientifique, dans laquelle une place prépondérante est donnée à l'expérimentation. La circulaire du 15 avril 2005 souligne ainsi que « conformément aux programmes, la démarche d'investigation inspire la pédagogie des sciences ».

Dans le second degré, les nouveaux programmes pour l'enseignement des sciences expérimentales, des mathématiques et de la technologie sont applicables depuis la rentrée scolaire 2006. Ces programmes présentent une description de la démarche d'investigation qui s'articule autour de la situation-problème. C'est sous la forme d'un « canevas » comprenant sept « moments clés » que la démarche d'investigation est présentée (BO du 25 août 2005 ; MEN, 2007, p.6) :

- Le choix d'une situation-problème par le professeur. Il s'agit d'analyser les savoirs visés et les objectifs, de repérer les acquis, d'identifier les conceptions et les difficultés, d'élaborer un scénario en fonction de ces éléments.
- L'appropriation du problème par les élèves. Le travail est guidé par l'enseignant qui aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à recentrer le questionnement sur le problème à résoudre, à faire émerger des éléments de solutions à partir des conceptions, à confronter les divergences pour faire naître le questionnement.
- La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives et de protocoles possibles. Cela peut être réalisé à l'écrit ou à l'oral, individuellement ou en groupes, à des fins de communication et pour l'élaboration des expériences tests.
- L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves. Il s'agit de promouvoir le débat interne, le contrôle des modalités des expériences, la description des méthodes et l'exploitation des résultats, la recherche de justifications et de preuves et la confrontation avec les hypothèses.
- L'échange argumenté autour des propositions élaborées par la communication des résultats, la confrontation, le débat, la recherche d'arguments.
- L'acquisition et la structuration de connaissances. Il s'agit de la mise en évidence avec l'enseignant des nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode), la

confrontation avec le savoir établi (recherche documentaire, manuel), la recherche des causes de désaccord, la reformulation des connaissances acquises.

- L'opérationnalisation des connaissances concerne enfin les exercices et problèmes de réinvestissement, l'évaluation des connaissances et des compétences.

Tel qu'il est précisé dans les textes, chacun de ces sept moments doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant, la succession de ces moments ne constitue donc pas nécessairement une « trame à adopter de manière linéaire ». Il est d'ailleurs possible qu'un même sujet d'étude soit traité au cours de plusieurs séances. Le BO du 25 août 2005 précise que cette démarche n'est pas unique et que « tous les objets d'études ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre ». Nous relevons que le canevas proposé dans l'enseignement secondaire porte particulièrement l'accent sur l'expression, à travers les modes de regroupement des élèves, ainsi que sur l'autonomie de ces derniers à mener à bien un travail d'investigation. Les temps d'échanges entre les élèves sont encouragés pour favoriser l'apprentissage de l'argumentation. La démarche d'investigation doit alors être appréhendée en tant que démarche hypothético-déductive exploitant le conflit cognitif (Mathé, Meheut, & Hosson, 2008 ; Triquet & Guillaud, 2011).

Dernièrement, les instructions officielles réaffirment la mise en œuvre des démarches d'investigation par les enseignants de sciences et ce, à toutes les étapes de l'enseignement obligatoire :

« Dès l'école maternelle, les enfants sont initiés à la démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique [...] Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient une démarche d'investigation pour les disciplines scientifiques et la technologie. Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel, en sciences et technologies, et sur la résolution de problèmes, en mathématiques » (MEN, 2015).

A la lecture de ces textes, apparaît en filigrane l'idée que, dans ce type de démarche, le rôle de l'enseignant ne se réduit plus à la seule présentation de résultats scientifiques mais que la situation-problème doit être élaborée par l'enseignant de manière à ce que son traitement permette l'apprentissage de concepts et de savoir-faire. Cette pédagogie, qui privilégie la construction du savoir par l'élève, constitue pour Calmettes (2008), une évolution récente dans les curricula et un « changement de taille » pour les enseignants par rapport à un enseignement plus traditionnel (Venturini & Tiberghien, 2012).

La mise en œuvre de ces instructions dans les classes par les enseignants de sciences n'est pas sans poser problème. Ce changement nécessite en effet une refonte en profondeur des pratiques d'enseignement, pratiques souvent déjà bien installées chez les enseignants. Rojat (2010) relève que les instructions officielles présentent une démarche d'investigation prototypique, qui n'explique ni les spécificités, ni la proximité de cette démarche dans les différentes disciplines scientifiques. Pour Monod-Ansaldi et Prieur (2011), ce manque de précision est susceptible de constituer un obstacle à sa prise en charge par les enseignants. Boilevin (2013a), dans son chapitre sur la place des DI dans l'enseignement des sciences, pointe également un certain nombre de questions importantes qui ne sont pas directement explicitées dans ces nouveaux curricula : qu'entend-on par démarche expérimentale, démarche scientifique, enseignement de sciences ? Quels sont les positionnements épistémologiques relatifs à la nature de la science, à son fonctionnement ? Nous notons que la description de la démarche d'investigation dans les textes et programmes officiels soulève un ensemble de questions relatives à son appropriation par les enseignants de sciences. Nous exposons, dans la section suivante, des travaux de recherche menés autour de ces questions.

1.2. Le point de vue de la recherche

Depuis l'introduction de la « démarche d'investigation » en 2005 dans les programmes français de collège, les études se sont succédées pour tenter de caractériser cette démarche, ainsi que la façon dont les enseignants de sciences se l'approprient et la mettent effectivement en œuvre dans leurs classes. Les recherches conduites par Calmettes (2008, 2009) ont par exemple souligné la variabilité des pratiques d'enseignement dans la mise en œuvre de ces démarches, ainsi que les écarts existants entre la demande institutionnelle et son implantation dans les classes de sciences physiques. Les obstacles didactiques et les contraintes inhérentes à leur mise en œuvre ont aussi fait l'objet de recherches (e.g., Mathé et al., 2008). Un ensemble de difficultés apparaît quant à la mise en œuvre concrète de ces démarches au sein de structures institutionnelles qui n'ont, quant à elles, pas toujours été repensées (e.g., Calmettes, 2013). Le besoin de formation des enseignants est alors mis en évidence (e.g., Grangeat, 2013a ; Venturini & Tiberghien, 2012) et des recherches sont menées afin de concevoir, de conduire et d'évaluer les effets de formations au service des enseignants et des élèves (e.g., Mathé, 2010). Afin de comprendre les difficultés

rencontrées par les enseignants pour répondre aux prescriptions, la caractérisation de ces démarches doit, nous semble-t-il, être mise en question.

1.2.1. *Caractérisations de la démarche d'investigation*

Au regard des recherches qui discutent de l'efficacité des ESFI pour les apprentissages des élèves, on note des divergences de positions au sein des communautés de chercheurs. Il semblerait que ces désaccords soient fortement liés aux caractéristiques qui sont attribuées à la démarche (Cross & Grangeat, 2014). En effet, les programmes français, à travers le canevas en sept moments que nous venons d'exposer, caractérisent la démarche d'investigation de façon bien plus spécifique que les projets de recherches européens tels que Mind the Gap ou S-TEAM (Jorde & Olsen Moberg, 2010). Les caractéristiques qui définissent cette démarche dans ces projets sont les suivantes :

- des situations authentiques et basées sur des problèmes. Ces situations peuvent ne pas avoir de réponse correcte ;
- des procédures expérimentales, des expériences, comprenant également de la recherche d'information ;
- une attention au développement de l'autonomie de l'élève et aux apprentissages autorégulés ;
- des activités d'argumentation et de communication entre les élèves.

Pour Cross et Grangeat (2014), ce sont donc les variations des caractéristiques attribuées à la démarche d'investigation qui sont susceptibles d'expliquer la diversité des positions des chercheurs relatives à son efficacité.

L'ouvrage de Morge et Boilevin (2007) présente quatorze séquences d'enseignements qui illustrent la diversité des investigations pouvant être menées en classe. L'analyse de ces séquences conduit les auteurs à définir un ensemble de critères pour caractériser une démarche d'investigation en précisant ce qui relève, dans la construction des savoirs, de la responsabilité des élèves et de celle de l'enseignant. Ainsi, les tâches conceptuelles doivent être à la charge des élèves, ils doivent élaborer des productions en réponse aux tâches demandées et réaliser les apprentissages (i.e., il ne s'agit pas que d'un réinvestissement). D'après ces mêmes auteurs, une séquence d'investigation se caractérise comme telle si :

« [...] l'élève effectue un ou des apprentissages au cours de la séquence, en réalisant des tâches qui ne sont pas uniquement des tâches d'ordre

expérimental et en participant à la recherche de validité des productions des autres élèves, autrement dit, en participant au choix argumenté entre plusieurs méthodes, plusieurs hypothèses, plusieurs protocoles expérimentaux, plusieurs explications, plusieurs modèles » (p.6).

Plus récemment, Boilevin (2013a) a développé un ensemble de conditions pour que ce type d'enseignement, fondé sur l'investigation, participe à une meilleure compréhension des sciences par les citoyens et à la formation scientifique de ces derniers :

« D'une part, il doit amener les élèves à s'engager dans des contenus scientifiques, proposer des tâches ou des problèmes à résoudre, requérant des activités cognitives et/ou expérimentales. D'autre part, il doit permettre des discussions argumentatives et des communications entre élèves. Il doit enfin prévoir une structuration des connaissances. De plus, suivant le degré d'ouverture des tâches proposées aux élèves (autonomie des élèves) et le niveau d'intervention de l'enseignant, on peut alors distinguer des investigations plus ou moins complètes » (p.43).

En dépit des travaux menés pour tenter de préciser les attentes et les modalités de mise en œuvre des démarches d'investigation, la question de leur appropriation par les enseignants est encore vive.

1.2.2. *L'appropriation des prescriptions par les enseignants*

Plusieurs études relèvent que les volontés exprimées dans les programmes sont parfois mal perçues par les enseignants. A titre d'exemple, l'analyse réalisée par Mathé et al. (2008) montre que les mises en œuvre de ces démarches par les enseignants ne répondent pas toujours aux attentes sous-jacentes que cette méthode pédagogique souhaite initier. Les auteures évoquent, entre autres, l'« habillage ludique » de la situation de départ qui contribue rarement à l'émergence d'un problème scientifique à résoudre. L'initiation expérimentale serait dans ce cas bien souvent utilisée comme seul prétexte pour introduire les contenus des programmes. Ce constat fait écho aux observations décrites par Astolfi :

« tout se passe comme si le professeur, en exhibant des objets inhabituels et par une mise en scène calculée, cherchait à être attractif et persuasif, en consommant le moins de temps didactique possible » (2006, p.89).

Les travaux de Calmettes (2007, 2008, 2009, 2010) ont montré que l'hétérogénéité des pratiques ne dépendait pas seulement de la variété des problèmes posés en classe mais aussi de la complexité des situations de classe, de l'importance des contextes locaux (i.e., matériel, temporel, niveau des élèves), de l'étendue des réflexions des élèves et de la variété des réactions des enseignants aux perturbations. L'introduction de ces nouvelles

méthodes d'enseignement, fondées sur l'investigation, engendre ainsi nécessairement une transformation de la relation didactique (Boilevin, 2013b).

2. La démarche d'investigation en question : implications

Les activités expérimentales apparaissent généralement très attrayantes pour les élèves, mais la façon dont ils les conçoivent et les réalisent se trouve généralement éloignée des exigences scientifiques (Astolfi, 2006). Au regard de la réalité de ces enseignements, les questions relatives à l'appropriation de la prescription, ainsi qu'à la formation des enseignants, apparaissent décisives (Boilevin & Brandt-Pomares, 2011 ; Venturini & Tiberghien, 2012). La démarche d'investigation préconisée dans les programmes officiels constitue, certes, une innovation visant à favoriser les apprentissages scolaires mais aussi, et surtout, une nouvelle classe de situations à gérer pour les enseignants. Le développement des compétences professionnelles spécifiques à cette démarche implique vraisemblablement du temps, une formation adéquate, une réelle implication et un recul sur les pratiques.

2.1. Le besoin de formation des enseignants

Des recherches se sont concentrées sur les effets du travail collectif pour accroître la cohérence entre les instructions et les pratiques effectives. Le rapport Rocard (2007) annonçait que l'appartenance des enseignants à un réseau favoriserait la qualité de leur enseignement :

« Les réseaux participent efficacement au développement professionnel des professeurs, ils sont complémentaires de formes plus traditionnelles de formation continue des enseignants et ils stimulent leur moral et leur motivation » (Rocard et al., 2007, p.3).

Les travaux de Grangeat (2011, 2013a), en soulignant la transformation complexe des stratégies d'enseignement qu'implique l'implantation de démarches d'investigation, ont ainsi mis en exergue l'importance des aspects collectifs du travail enseignant. De la même façon, plusieurs études (e.g., Andrews & Lewis, 2002 ; Grangeat, Rogalski, Lima, & Gray, 2009 ; Houseal, Abd-El-Khalick, & Destefano, 2014 ; Inoue, 2010 ; Rogalski, 2005 ; Van der Valk, & de Jong, 2009) ont montré que l'appartenance à un réseau d'interactions professionnelles agissait sur les conceptualisations des enseignants et contribuait à l'élaboration de référentiels communs. Les enseignants intégrés dans un

réseau de formation laisseraient entrevoir des conceptualisations plus ouvertes que celles d'enseignants qui ne le sont pas. Les échanges d'expériences, les discussions ou encore les actions communes permis par ces réseaux, mais aussi à travers les partenariats et les travaux collectifs au sein des établissements, semblent donc jouer une place prépondérante sur la façon dont les enseignants organisent leur activité.

Le projet européen S-TEAM (Science-Teacher Education Advanced Methods ; 2009-2011), mis en place pour répondre aux attentes énoncées par le rapport *Science Education Now !* (Rocard et al., 2007), visait à étudier l'introduction de ces nouvelles méthodes d'enseignement dans les diverses cultures éducatives européennes. Un des volets de ce projet consistait à identifier les stratégies d'enseignement des sciences pour développer des activités d'investigation avec les élèves. Les enseignements scientifiques étant variés, les études montrent qu'il serait vain de vouloir imposer aux enseignants un seul mode de fonctionnement. C'est dans cette perspective qu'un modèle générique et transversal aux disciplines a été conçu afin d'aider les enseignants à adopter une démarche réflexive sur leur pratique (Grangeat, 2013a, 2013b). Les recherches menées par l'équipe française ont permis de préciser des manières d'enseigner les sciences. Les résultats ont montré que la mise en œuvre des démarches d'investigation devait être améliorée mais qu'une simple mise à disposition de séances d'enseignement « clé en main » ne serait pas suffisante. En effet, les analyses révèlent que peu d'enseignants parviennent à mettre en place des méthodes complexes de manière isolée, et que le travail collaboratif, soutenu par l'institution et/ou une équipe au sein de l'établissement, constituait un véritable levier pour le développement des compétences professionnelles des enseignants. La mise en place de collectifs d'enseignants, accompagnés de formateurs ou de chercheurs qui s'appuient sur les acquis de la recherche pour concevoir et permettre un retour réflexif sur les pratiques, apparaît alors comme une voie d'action décisive (Venturini & Tiberghien, 2012).

2.2. Discuter l'efficacité des démarches d'investigation

Un contrepoint relatif au bien-fondé de ces démarches pour les apprentissages par rapport à un enseignement explicite est généralement mis en avant (e.g., Bressoux, 2013 ; Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Pour Blanchard et al. (2010), les divergences au sein de la communauté des chercheurs sur la question de l'efficacité de la DI sont effectivement dues à la façon dont elle est appréhendée en termes d'autonomie laissée à

l'élève. Ces auteurs mettent en avant la supériorité, en termes d'efficacité pour les apprentissages, des situations fortement guidées par l'enseignant par rapport aux situations d'indépendance élevée. Pour Calmettes (2008), le fait que le constructivisme et le socioconstructivisme soient souvent considérés comme des références épistémologiques à la démarche d'investigation est susceptible d'alimenter les contradictions. Néanmoins, même si les textes officiels sont suffisamment vagues pour accepter une perspective de guidage plus serrée des apprentissages, les mises en garde relatives à ces démarches, et plus précisément quant à la manière de les mettre en œuvre, sont fréquentes.

L'explicitation des attentes enseignantes constitue une piste de travail tracée à plusieurs reprises dans les recherches menées sur l'efficacité de l'enseignement en général, et dans le cadre des démarches d'investigation plus spécifiquement (e.g., Furtak, 2006 ; Grangeat, 2013b). En outre, de nombreux résultats convergent sur le gain relatif à l'explicitation des connaissances et compétences visées sur les acquisitions des élèves, notamment chez les plus faibles. Perrenoud (1994, 2000) explique qu'une tâche essentielle des élèves consiste en effet à décoder ce que l'enseignant attend d'eux, car les normes, en plus de varier fortement d'un enseignant à l'autre, se trouvent effectivement rarement explicitées par ces derniers. Cosnefroy (2011) rejoint ce constat en admettant que :

« l'entrée dans la tâche active des représentations concernant les règles, la plupart du temps tacites, régissant l'interaction entre l'enseignant et l'apprenant et susceptible d'exercer une influence sur la réalisation de la tâche » (p.126)¹.

Notons dans ce cadre que l'explicitation des attentes peut être particulièrement déterminante au regard de l'évaluation dispensée (Ruiz-Primo & Furtak, 2006, 2007). Nous pouvons suggérer qu'une explicitation des buts et des critères de réussite est susceptible d'impacter la régulation des apprentissages des élèves, que ce soit en termes d'anticipation, de contrôle ou d'ajustement de leur activité pour répondre à ces attentes. Toutefois, la question de l'évaluation dispensée dans le cadre spécifique des ESFI est, à notre connaissance, un champ de recherche encore bien peu exploité.

Pour Harlen (2013), l'hypothèse d'un effet positif de ces démarches d'enseignement sur le développement des compétences d'autorégulation des élèves peut être formulée.

¹ Pour Pintrich (2000) ces représentations concernent à la fois le décodage des attentes de l'enseignant et plus généralement le climat de la classe.

Puisque ce type de démarche vise à offrir aux élèves la possibilité de réfléchir sur leur raisonnement propre et celui d'autrui, et plus particulièrement sur l'efficacité des processus et stratégies qu'ils mettent en œuvre pour résoudre un problème donné, il est clair que son intérêt porte non pas sur le résultat propre du problème posé, mais bien sur la réflexion qu'il engendre. Dans cette visée, l'activité d'investigation cherche à donner l'occasion aux élèves de faire valoir leurs différentes façons de faire mais aussi d'apprendre à donner une rétroaction pertinente et utile. Les rétroactions permises par le travail de groupe pourraient offrir aux élèves un regard extérieur sur ce qu'ils font et ainsi mieux apprécier leurs points forts et leurs limites.

Toutefois, Pansu (2013) nuance ce constat en rappelant que tout travail de groupe, dans le cas d'une confrontation collective à un problème par exemple, ne va pas nécessairement aboutir à une « majoration » prise au sens des travaux piagétiens. L'auteur interroge la façon dont l'interaction dans le groupe doit être provoquée pour avoir une fonction perturbatrice. Il n'est en effet pas rare de voir un élève adopter la réponse de son camarade par pure complaisance, un échec de la régulation épistémique du conflit serait alors à considérer.

2.3. Perspectives de recherche

La question de l'étude des processus à l'œuvre dans ces démarches, considérés comme responsables des progrès des élèves, reste en suspens. Une analyse fine et détaillée des régulations qui sont en jeu lorsque les élèves sont placés en situation de démarche d'investigation pourrait permettre d'étayer cette réflexion. D'ores et déjà, des hypothèses sur l'effet qu'est susceptible de produire ce type d'enseignement peuvent être formulées.

D'abord, nous pouvons penser que la production des résultats, lorsqu'elle est le fruit d'une réflexion commune et partagée, peut favoriser l'appropriation des concepts et des démarches scientifiques par les élèves, mais aussi développer chez eux une habitude de questionnement qui leur permette d'apprendre à identifier leurs propres processus cognitifs en situation de résolution de problème. En outre, en plus de mettre au jour leur comportement, les élèves explicitent d'autres dimensions pré-réfléchies de l'action telles que les buts poursuivis, leurs croyances et leurs représentations, leur motivation et leur engagement à travers le degré de persistance dans la tâche. Nous suggérons ainsi que l'acquisition progressive d'un répertoire de connaissances métacognitives, favorisée, sous

certaines conditions, par les enseignements fondés sur l'investigation, pourrait aider les élèves à organiser leurs apprentissages de manière plus efficace en sélectionnant les stratégies qui paraissent les plus adaptées tant à la situation qu'à leur personnalité. C'est là une des questions cruciales qu'il revient de traiter.

Ensuite, la question de l'explicitation des attentes par l'enseignant ouvre des pistes de travail plus larges du côté de l'évaluation « interactive » (Allal, 2007). En effet, une évaluation qui se veut formative, dans le sens où elle permet de recenser les besoins individuels des élèves en vue de les satisfaire et de les faire activement participer au processus d'apprentissage pour favoriser le développement de compétences (OCDE, 2006), ouvre une voie prometteuse pour répondre aux objectifs poursuivis par les démarches d'investigation.

Récemment, le rapport d'expertise de la commission européenne *Science education for responsible citizenship* (Hazelkorn, 2015) propose un cadre pour une éducation scientifique citoyenne à partir de l'identification de six objectifs clés. Parmi eux, le premier objectif place l'éducation scientifique en tant que « composant essentiel d'un apprentissage continu pour tous » (p.8) et recommande, entre autres, l'adoption d'une « approche par l'investigation comme démarche centrale de l'enseignement » (p. 8). Les questions de recherche que ce rapport associe à cet objectif s'inscrivent directement dans les pistes de recherches que nous venons de tracer à deux niveaux.

Le premier est relatif aux apprentissages autorégulés :

- Comment développer diverses approches et stratégies d'enseignement qui pourraient soutenir les apprentissages des élèves ?
- Quel est le rôle de la combinaison de démarches d'investigation, d'enseignement explicite et d'évaluation formative dans un éventail d'acquisitions, incluant la motivation à apprendre ?

Le second concerne l'évaluation pour apprendre :

- Quelle est l'influence de l'évaluation formative sur l'efficacité et la réactivité des enseignements et des apprentissages ?
- Quels sont les effets de différentes stratégies d'enseignement innovantes pour prendre en compte la diversité des élèves dans les classes ?

Notre recherche doctorale se situe au cœur des questionnements soulevés par ces experts en direction de la commission européenne. Afin d'appréhender au mieux ces considérations, les deux chapitres suivants vont se consacrer à la présentation des cadres théoriques de l'évaluation formative d'une part, et de l'autorégulation des apprentissages d'autre part. Ce n'est qu'une fois que nous aurons circonscrit ces deux cadres conceptuels que nous serons à même de mieux comprendre leurs apports dans le cadre des ESFI.

Chapitre II - Les processus qui sous-tendent l'évaluation sommative et formative

Les relations entre l'enseignement et l'apprentissage sont complexes et il semble impossible de prédire avec certitude l'effet d'un enseignement sur les acquisitions effectives des élèves. Néanmoins, l'évaluation constitue un levier pour permettre aux enseignants d'identifier le niveau de compréhension de leurs élèves et le degré d'atteinte des objectifs visés (Wiliam, 2014). Les recherches menées sur l'évaluation se sont longtemps consacrées à sa fonction sommative avant de se focaliser sur sa fonction formative pour favoriser les apprentissages. L'une et l'autre de ses fonctions respectives se sont montrées insuffisantes lorsqu'elles étaient appréhendées distinctement, en tant que deux formes d'évaluation cloisonnées.

Dans ce chapitre, nous développerons le concept d'évaluation afin d'interroger dans quelle mesure ses fonctions sommatives et formatives s'articulent et se complètent. L'étude des évolutions conceptuelles de ces deux formes d'évaluation nous conduira à questionner leurs implications, à la fois théoriques et empiriques, en salle de classe. Nous nous focaliserons ensuite sur l'évaluation formative en vue de dégager une première classification des pratiques développées dans la littérature.

1. Les distinctions opérées entre l'évaluation sommative et formative

En éducation, deux principales formes d'évaluation sont classiquement opposées par le fait qu'elles poursuivraient des objectifs distincts : l'évaluation sommative et formative. Les distinctions formulées entre ces deux formes d'évaluations ont reçu beaucoup d'attention ces dernières années. Afin de mieux les comprendre, nous commençons par présenter l'évolution de leurs conceptualisations.

1.1. L'évolution conceptuelle de l'évaluation

Nous exposons d'abord les définitions de l'évaluation sommative puis de l'évaluation formative. Les modalités de leur articulation vont être développées avant de nous centrer plus spécifiquement sur l'évaluation formative.

1.1.1. L'évaluation sommative

L'évaluation sommative détient une place prépondérante dans le débat public. Sa mise en œuvre étant obligatoire, elle est intégrée formellement à la tâche des enseignants et

consiste à contrôler l'effectivité des acquisitions définies par un système (Hadji, 2012). Les évaluations sommatives des élèves peuvent être utilisées pour la promotion, la certification ou l'admission à des niveaux plus élevés d'éducation (Looney, 2011). Traditionnellement vues comme la transmission d'une note sanctionnant les apprentissages, les enseignants ont à prévoir divers moyens pour leur permettre de juger de l'acquisition et du développement des connaissances et compétences visées dans les programmes scolaires officiels. Cizeck (2010) définit l'évaluation sommative comme :

« [...] tout test, épreuve ou autre système de récolte d'information qui respecte les deux critères suivants : (1) être administré à la fin d'une unité d'enseignement (e.g., chapitre, semestre, année scolaire) ; et (2) avoir pour objectif premier de catégoriser les performances d'un élève ou d'un système » (p. 3, notre traduction).

L'évaluation sommative constitue donc un moyen de mesurer, à un moment donné dans le temps, l'apprentissage des élèves par rapport à des normes ou des standards prédéfinis. En définitive, il s'agit d'un bilan, se déroulant après une action de formation, permettant de faire le point sur les acquis. Puisque celle-ci intervient après l'instruction, elle ne peut cependant pas aider à évaluer certains aspects du processus d'apprentissage. En effet, les évaluations sommatives se réalisent trop tardivement sur la voie de l'apprentissage pour fournir des informations au niveau de la salle de classe et permettre des ajustements en cours d'apprentissage (Garrison & Ehringhaus, 2007).

L'accroissement de l'intérêt porté à l'évaluation formative ces deux dernières décennies semble avoir progressivement atténué l'importance accordée à l'évaluation sommative. Pour autant, cette dernière est pratiquée quotidiennement par tous les enseignants et les résultats de ces évaluations comportent des enjeux élevés (McMillan, 2013). L'évaluation sommative a pour objectif de mesurer l'atteinte d'objectifs fixés par le système en vue de prendre des décisions ; il peut s'agir de l'attribution d'une note, du passage dans la classe supérieure, ou encore de la délivrance d'un diplôme. Le résultat de cette évaluation formelle est donc reconnu et rendu visible par tous.

En 2013, Black note que l'accélération des études portant sur l'évaluation formative ne s'est pas accompagnée de mises en correspondance avec le développement de l'évaluation sommative. Pour l'auteur, les recherches actuelles ne se concentrent en effet

pas suffisamment sur les conditions et les critères d'une évaluation sommative de qualité. Puisque toute évaluation est avant tout un moyen de recueillir des preuves² sur l'apprentissage, c'est bien l'utilisation qui est faite de ces preuves qui distingue l'évaluation sommative de l'évaluation formative.

1.1.2. *L'évaluation formative*

Le concept d'évaluation formative, employé pour la première fois par Scriven en 1967 (cité par Hadji, 2012), a largement évolué depuis ses premières acceptions. Initialement utilisé par l'auteur dans le cadre d'une gestion et d'une évaluation des programmes de formation, donc hors de la « salle de classe » à proprement parler, le concept renvoyait néanmoins à cette idée de collecte d'informations en vue d'une amélioration des programmes éducatifs.

Bloom (1968) est celui par qui l'évaluation formative sera transposée au domaine de l'évaluation des apprentissages des élèves. C'est dans le cadre de son nouveau modèle de « pédagogie de la maîtrise », que l'auteur développe l'idée directrice d'une évaluation dite formative par l'aide qu'elle fournit à l'élève pour remédier à ses difficultés. A cette époque, l'évaluation formative est ainsi fondée sur un fonctionnement rétroactif, en procurant des informations à l'élève et à l'enseignant pour juger de l'atteinte des objectifs et rendre possible la progression dans une perspective de remédiation. À ce stade de conceptualisation de l'évaluation, la remédiation est envisagée au cours d'une unité d'enseignement et planifiée en différentes phases qui sont gérées par l'enseignant : la phase d'Enseignement (1), celle de Contrôle (2), puis celle de Remédiation (3).

Par la suite, les travaux de Scallon (1988) ont précisé la définition de l'évaluation formative en tant que processus d'évaluation continu :

« [...] ayant pour objet d'assurer la progression de chaque individu dans une démarche d'apprentissage, avec l'intention de modifier la situation d'apprentissage ou le rythme de cette progression, pour apporter (s'il y a lieu), des améliorations ou des correctifs appropriés (Scallon, 1988, p.155).

C'est dans cette lignée que la conception de l'évaluation formative s'est progressivement élargie (Allal, 1979, 1988 ; Perrenoud, 1998) en tant que processus

² Nous traduisons par « preuve » le concept anglais « evidence ». Parfois traduit par « indice » dans la littérature francophone, nous faisons le choix de conserver le terme de « preuve » dans cette thèse pour une meilleure correspondance avec les travaux de recherche que nous invoquerons par la suite.

intégré à chaque activité d'enseignement/apprentissage, se réalisant « au jour le jour », et contrastant ainsi avec la perspective initiale d'une évaluation spécifique intervenant après une phase d'enseignement.

Allal et Mottier Lopez (2005), dans leur synthèse de publications en langue française sur l'évaluation formative, développent les principales distinctions de cette évolution conceptuelle (i.e., Tableau 1).

Tableau 1. Principales distinctions entre la conception initiale de Bloom et la conception élargie de l'évaluation formative selon Allal et Mottier Lopez (2005)

Conception initiale de Bloom	Conception élargie
- Insertion de l'évaluation formative après une phase d'enseignement	- Intégration de l'évaluation formative dans toutes les situations d'apprentissage
- Utilisation de tests formatifs	- Utilisation de divers moyens de recueil d'information
- Feedback + correction → remédiation	- Feedback + adaptation de l'enseignement = régulation
- Gestion de l'évaluation formative par l'enseignant	- Participation active des élèves à l'évaluation formative
- Maîtrise des objectifs par tous les élèves	- Différenciation de l'enseignement et, dans une certaine mesure, des objectifs
- Remédiation bénéfique aux élèves qui ont été évalués	- Régulation à deux niveaux : pour les élèves non évalués, pour les futurs élèves (amélioration continue de l'enseignement)

L'évaluation formative, dans sa conception élargie, se traduit par une mise en œuvre moins formelle, moins planifiée et impliquant une plus grande diversification des moyens d'évaluation. Avec la conception élargie, l'erreur de l'élève change radicalement de statut. Alors que dans la conception initiale de Bloom c'est l'enseignant qui assume la responsabilité de l'évaluation formative, en termes de planification et de gestion des activités d'évaluation, la perspective élargie intègre l'ensemble des ressources matérielles et sociales de la situation de classe.

« Dans une conception élargie de l'évaluation formative, la régulation externe (par le maître, le test, le matériel de remédiation) prend la forme d'un étayage qui soutient le développement des processus d'auto-régulation de l'apprenant. On vise une implication accrue de l'élève dans l'évaluation formative par des démarches d'auto-évaluation, d'évaluation mutuelle entre pairs et d'évaluation conjointe enseignant-élève » (Allal, 1999 ; Allal & Mottier Lopez, 2005, p. 270).

La conception élargie suppose de rendre l'élève acteur du processus d'évaluation. L'aspect informel de l'évaluation formative se traduit à travers les observations directes de l'enseignant et les interactions collectives au sein desquelles les élèves sont amenés à exposer différentes façons de comprendre ou de réaliser une tâche. De fait, les élèves et l'enseignant deviennent, à égalité, les destinataires de l'évaluation (Hadji, 2012).

Les travaux anglo-saxons se sont largement emparés de la question de la prise en compte de l'élève qui apparaît comme l'aspect central de cette nouvelle conceptualisation. Black (1995) note que, en Angleterre,

« [...] ce n'est qu'après un changement conduit par l'Etat en 1985, consistant à passer d'une approche sommative à étalonnage normatif à une approche formative centrée sur les critères, que les pratiques ont commencé lentement à changer » (p.103).

Black (1995) propose de distinguer l'évaluation formative de l'évaluation sommative par une de ses caractéristiques essentielles : l'information produite. Pour l'auteur, cette information, issue de l'évaluation formative, doit être utilisée à la fois par l'enseignant et par les élèves pour modifier leur travail afin de le rendre plus efficace. Le rôle actif de l'élève dans le processus d'évaluation pour les apprentissages est ainsi mis en avant.

Les publications de Black et Wiliam, dont les définitions de l'évaluation formative sont très probablement les plus connues et utilisées dans la littérature sur le sujet, ont considérablement fait évoluer les caractéristiques de l'évaluation. Les auteurs (1998a, 1998b) considèrent qu'une évaluation est formative lorsque les informations recueillies par l'enseignant sont effectivement utilisées pour répondre aux besoins de l'élève et pour réguler l'enseignement. Ils précisent par ailleurs que cette forme d'évaluation peut se dérouler à tout moment d'une séance d'enseignement et qu'elle doit porter sur des savoirs et savoir-faire qui ont été enseignés ou qui sont en cours d'enseignement.

1.2. La question de la temporalité dans la mise en œuvre d'une évaluation

Une des caractéristiques essentielle mise en avant pour distinguer l'évaluation formative de l'évaluation sommative est celle de sa temporalité. Par exemple, la typologie de Cardinet (1977) distinguait de la façon suivante les fonctions de l'évaluation selon le moment de sa mise en œuvre :

- Avant un cycle d'apprentissage, l'évaluation sert à prendre une décision d'orientation ;
- Après une séquence, elle permet de faire un bilan ;
- Pendant une séance ou une séquence, elle sert à réguler ou ajuster son action.

Dans les travaux de Hadji (1989), les différents types d'évaluation et leurs fonctions au cours de la planification (avant/pendant/après) sont également distingués. Alors que l'évaluation sommative est planifiée, conçue comme une étape finale pour statuer d'un état atteint et marquant la fin d'un enseignement, l'évaluation formative est administrée au cours d'une unité d'enseignement.

Toutefois, la seule distinction entre une évaluation dispensée « avant », « pendant » et « après » un enseignement apparaît pour certains insuffisante. De Ketele (1991), par exemple, a fortement critiqué la typologie de Cardinet qui suggère de distinguer les différentes formes d'évaluation formative par la seule dimension temporelle de l'évaluation. L'auteur énonce différents problèmes que pose cette approche : d'abord, l'évaluation avant une séquence présupposerait d'avoir une connaissance valide de ce qui est prérequis, ce qui n'est pas toujours le cas. Ensuite, l'évaluation après une séquence permettrait de faire un bilan, mais en vue de prendre quelle décision ? Enfin, l'évaluation pendant une séquence serait destinée à réguler l'action, mais en vue de quoi ? Cette catégorisation temporelle de l'évaluation apparaît trop sommaire à l'auteur pour qui la caractérisation des pratiques d'évaluation couvrirait un spectre bien plus large de fonctions et de mises en œuvre.

La temporalité de mise en œuvre est encore questionnée dans les travaux actuels sur l'évaluation. Pour pallier le problème d'un découpage temporel strict, Shavelson et al. (2008) proposent un modèle de l'évaluation formative (Figure 1) permettant de considérer la diversité des échelles temporelles dans laquelle l'évaluation formative peut prendre place. Ils présentent un continuum entre des évaluations formatives qui seraient

majoritairement formelles et planifiées, d'autres moins formelles et prenant place dans l'interaction, et d'autres dites « on the fly », ou « sur le champ », qui interviendraient de façon spontanée à l'initiative du professeur ou d'un élève.

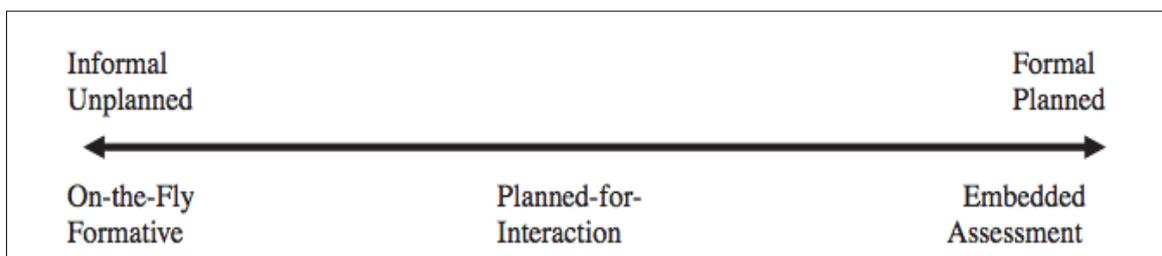


Figure 1. Continuum des évaluations formatives d'après Shavelson et al. (2008)

Dans cette perspective, afin de répondre aux besoins d'apprentissage des élèves et pour réguler l'enseignement, l'évaluation formative peut intervenir tant au niveau global (i.e., évaluations formelles et planifiées), qu'au niveau local pour gérer les interactions. La conceptualisation sous forme d'un continuum, considérant différents degrés de mises en œuvre, constitue une approche de l'évaluation formative dans une acceptation large et continue des pratiques de classe quotidiennes. Les conceptions actuelles de l'évaluation formative ne se trouvent ainsi plus cantonnées aux seules distinctions d'un « avant/pendant/après » une séquence d'enseignement, mais bien en tant que pratique intégrée au processus d'apprentissage et adaptée continuellement pour répondre aux besoins spécifiques des élèves. Forte de ces considérations, son articulation à l'évaluation sommative peut alors être repensée.

1.3. L'articulation entre l'évaluation formative et sommative

La question de l'articulation entre une pratique évaluative formative et sommative semble complexe et Black (1995) ne manque pas de rappeler les tensions existantes entre ces deux pratiques. Selon lui, dans les systèmes où l'évaluation sommative prédomine, les tests externes constituent un modèle inadéquat pour l'évaluation formative. Il note que la recherche d'un résultat global unique à travers l'évaluation sommative implique d'additionner des données disparates de façon arbitraire et de considérer des standards d'uniformité et de validité. Pour l'auteur, ce manque de liberté se trouve opposé à une pratique d'évaluation formative qui s'intéresse aux besoins d'apprentissage de chaque élève en vue d'apporter un traitement différencié.

Néanmoins, les différentes évolutions conceptuelles de l'évaluation formative que nous venons d'évoquer incitent à repenser son articulation avec l'évaluation sommative. Wiliam (2010) rappelle que ce sont les fonctions de l'évaluation qui doivent avant tout être interrogées. Selon lui, la fonction première de l'évaluation sommative est de rendre compte, de catégoriser et de valider des compétences. Celle de l'évaluation formative est, quant à elle, de diagnostiquer, de contrôler et de guider la progression vers les compétences visées. Dans cette perspective, Wiliam (2010) insiste sur l'idée qu'un même instrument d'évaluation peut avoir à la fois des fonctions sommatives et/ou formatives. En ce sens, il reviendrait aux praticiens d'interroger les objectifs poursuivis lors de la mise en œuvre d'une évaluation en général, chacun des outils et des stratégies pouvant être alternativement employés à des finalités différentes. Ces constats rejoignent les conclusions du rapport de l'OCDE/ CERI de 2008 :

« [...] rien dans l'évaluation sommative ne s'oppose intrinsèquement à l'emploi de méthodes formatives. Le fait est que les résultats sommatifs peuvent servir des fins formatives » (p.3).

De la même façon, les informations produites par l'évaluation formative pour adapter l'enseignement peuvent produire des informations dans un but sommatif. L'évolution conceptuelle de l'évaluation formative implique en effet de ne plus penser ces deux formes d'évaluation dans des dichotomies distinctes. Pour reprendre Cardinet et Laveault (2001), « l'évaluation est formative par nature, et certificative seulement par déformation » (p.21).

En définitive, toute évaluation offre l'opportunité d'être utilisée tant à des fins formatives que sommatives, c'est bien la fonction de cette dernière qui déterminerait l'appellation (Harlen, 2013). Les partisans d'un renouveau dans les pratiques d'évaluation suggèrent qu'il est possible, voire souhaitable, d'utiliser les mêmes preuves à des fins formatives et sommatives (Nuffield Fondation, 2012). Nous explorons plus précisément cette idée de « fonction » de l'évaluation à travers le concept d' « évaluation *pour* les apprentissages ».

1.4. L'évaluation *pour* les apprentissages (Assessment *for* learning)

Les travaux anglo-saxons ont développé le concept d'évaluation *pour* les apprentissages (Assessment *for* Learning) en vue de distinguer ses fonctions de celles de l'évaluation *des* apprentissages (Assessment *of* Learning) qui caractérise les pratiques visant à porter un

jugement sur les résultats (Earl, 2003 ; Stobart, 2011 ; Wiliam, 2011). Dans les travaux francophones, Allal et Laveault (2009) proposent de traduire ce concept par « Evaluation-soutien d'Apprentissage ». Ce concept permet de dynamiser et d'élargir la notion d'évaluation formative en intégrant notamment les démarches d'évaluation sommatives susceptibles de soutenir les apprentissages des élèves. Cette évaluation, par une participation active de l'enseignant et des élèves, met l'accent sur les interactions qui contribuent à une culture de classe orientée vers l'apprentissage et qui, en conséquence, modifie positivement la façon dont les élèves se perçoivent eux-mêmes en tant qu'apprenants (Cowie, Moreland, & Otrell-Cass, 2013).

En pratique, il semble parfois difficile d'établir des distinctions claires entre une évaluation *pour* les apprentissages (AfL) et une évaluation *des* apprentissages (AoL) (Davies et al., 2012 ; Wiliam, 2011), puisque les mêmes tâches d'évaluation peuvent être utilisées à des fins à la fois sommatives et formatives. Selon Harlen (2007), AfL et AoL ne diffèrent que dans le but et le degré de formalisation. Cela suggère de ne plus voir le processus d'évaluation sous forme dichotomique, mais en tant que dimensions (Harlen, 2013), voire en tant que continuum (Wiliam & Black, 1996). L'évaluation *pour* les apprentissages doit être appréhendée en tant que processus, et non en tant que tâche, pouvant se définir de la façon suivante :

« L'évaluation pour les apprentissages englobe l'ensemble des pratiques de classe quotidiennes à travers lesquelles les enseignants, les pairs et les apprenants s'informent, reconnaissent et répondent au processus d'apprentissage de l'élève, d'une manière qui vise à améliorer son apprentissage ainsi que sa capacité à apprendre » (Cowie et al., 2013, p.9, notre traduction).

Cette définition se base sur le processus central qui consiste en l'utilisation conjointe, par l'enseignant et les élèves, des informations pour réduire « l'écart »³ entre un niveau de performance atteint par l'élève et un niveau de performance désiré (Sadler, 1989 ; Shepard, 2009 ; Wiliam & Thompson, 2007 ; Wiliam, 2010). Cette notion d'écart constitue un aspect incontournable de l'évaluation, généralement développé en

³ Il s'agit de la traduction de « gap » en anglais tel que défini par Sadler (1986). Certains chercheurs utilisent le concept d'écart pour référer aux actions qui permettent à l'élève de réduire l'écart (*to close the gap*) entre l'état actuel de ses connaissances et compétences et l'objectif de l'apprentissage. D'autres préfèrent l'appellation d' « étapes suivantes » pour exprimer une vision du progrès dans l'apprentissage comme étant un processus continu (e.g., Harlen, 2013).

relation avec le feedback. Ce dernier se situe au cœur de l'évaluation formative (Clark, 2012) dans la mesure où les informations qu'il produit sur le degré d'acquisition et les erreurs commises va permettre de reprendre, d'approfondir ou de corriger l'apprentissage en conséquence (Endrizzi & Rey, 2008). Nous développons dans la partie suivante le concept de feedback, en présentant dans quelle mesure ce dernier apparaît déterminant pour promouvoir l'apprentissage.

2. Un élément clé de l'évaluation formative : le feedback

Un nombre conséquent d'études destinées à caractériser le poids et les conditions d'efficacité du feedback est recensé dans la littérature sur l'évaluation formative. Beaucoup de recherches conduites dans cette aire suggèrent qu'un bon feedback peut significativement améliorer l'apprentissage et les résultats, mais à la condition que ce dernier soit délivré correctement.

Sur une centaine d'articles recensés sur les conditions de son efficacité, Shute (2008) relève que le feedback est à la fois annoncé comme un important facilitateur de l'apprentissage et des performances, mais aussi que certaines études soulignent son manque d'effet, voire ses effets délétères (i.e., Kluger & deNisi, 1996 ; Mory, 2004). Les recherches en arrivent à des conclusions disparates au regard de la même variable feedback, ce qui complique l'identification du feedback efficace, ainsi que ses conditions d'application pour promouvoir l'apprentissage (Shute, 2008). Avant de développer les recherches menées sur les conditions d'efficacité du feedback, nous commençons par définir le concept.

2.1. Définitions

Le concept de feedback est utilisé en éducation et en formation depuis les années 1980. Il est issu des recherches de Ramasprad (1983) qui le définit, dans le cadre de la cybernétique, en tant qu'information produite par un système et qui, en retour, influence le fonctionnement du système. Pour cet auteur, le feedback est une information sur un écart existant entre un niveau atteint et un niveau de référence à atteindre et que cette information, pour être un feedback, doit être utilisée pour modifier cet écart.

Cette notion d'écart est conservée au sujet du feedback dispensé dans le cadre de l'évaluation formative. En effet, il fait désormais consensus qu'une évaluation est dite

formative si les informations qu'elle produit (i.e., ici le feedback est pris au sens large) sont effectivement utilisées par les enseignants et les élèves pour modifier leur activité (Bell & Cowie, 2001 ; Black, 1995 ; Black & Wiliam, 2009). Pour Black et Wiliam (2009), l'évaluation formative implique de produire des feedback sur les idées des élèves et de les informer par le biais de réponses différenciées. Dès lors, la fonction première d'une « interaction formative » serait de rendre les connaissances tacites des élèves transparentes, explicites et utilisables. Pour ces auteurs, le feedback formatif vise ainsi l'implication des élèves dans des stratégies métacognitives, telles que la planification des buts, le *monitoring*⁴, et la réflexion qui soutiennent l'autorégulation des apprentissages.

La méta-analyse réalisée par Hattie et Timperley (2007), sur l'analyse conceptuelle du feedback, offre un panorama des différents facteurs impliqués dans l'apprentissage et le rendement des élèves. Les auteurs ont développé un modèle permettant d'identifier les propriétés et les circonstances particulières qui le font fonctionner. Ils montrent ainsi comment le feedback peut être utilisé à la fois pour améliorer la réussite des élèves et l'efficacité des enseignants dans la classe. Ils définissent le feedback comme l'« information fournie par un agent (e.g., enseignant, pair, livre, parent, soi, expérience) concernant les aspects d'une performance ou d'une compréhension » (p.81). Par cette définition, il faut comprendre que l'origine du feedback peut être intrinsèque (i.e., soi) comme extrinsèque (e.g., enseignant, manuel), et que l'information fournie peut être de nature diverse (e.g., correction, encouragement).

Leur conception du feedback s'apparente à celle développée par d'autres auteurs (e.g., Sadler, 1989) par le fait qu'il donne de l'information reliée à une tâche, ou au processus d'apprentissage, permettant de combler l'écart entre ce qui est compris et ce qui doit être compris. Hattie et Timperley (2007) précisent que l'effort de réduction de l'écart peut être soutenu à travers des processus affectifs (e.g., augmentation de l'effort, motivation, engagement) et/ou alternativement cognitifs (e.g., en validant ou non les réponses des étudiants, en donnant plus d'informations sur ce qui est nécessaire, en pointant la direction

⁴ Le concept de « monitoring » prend différentes traductions selon les chercheurs francophones. Les traductions les plus fréquentes du concept sont « autocontrôle », « surveillance » ou encore « suivi métacognitif ». Afin d'éviter les confusions, nous conservons le terme anglais entre parenthèses dès que nécessaire.

que les étudiants peuvent poursuivre, en indiquant les stratégies alternatives pour comprendre une information particulière).

Pour Hattie et Timperley (2007), l'objectif du feedback étant de réduire l'écart entre un état effectif (ou initial) et un état attendu (ou final), ce dernier doit répondre à trois questions majeures posées par l'enseignant et/ ou les élèves :

- Où est-ce que je vais ?
- Comment est-ce que j'y vais ?
- Que faire ensuite ?

Ainsi, pour ces auteurs, l'environnement d'apprentissage est idéal lorsque l'enseignant et les élèves tentent de répondre ensemble à ces questions. Bien entendu, ils précisent que toutes les stratégies qui seront mises en œuvre pour réduire l'écart ne seront pas productives. Les élèves peuvent abandonner leur but, brouiller l'objectif ou le combiner avec d'autres, se désengager des buts suivants ou encore changer de standards en choisissant des buts moins élevés.

2.2. Les conditions d'efficacité du feedback

Shute (2008) s'est particulièrement intéressée au feedback dispensé dans une visée formative. La revue de littérature qu'elle présente se centre sur l'utilisation du feedback reçu par l'élève (en regard du fait que l'enseignant reçoit également un feedback). Le feedback formatif est défini comme une « [...] information communiquée à l'apprenant qui vise à modifier sa pensée ou son comportement pour améliorer l'apprentissage » (p.154, notre traduction). L'auteure met ainsi en exergue quatre grandes caractéristiques d'un feedback formatif : le feedback doit être non évaluatif, soutenant, délivré au moment opportun et spécifique.

Parmi les facteurs étudiés, le moment lors duquel est délivré le feedback apparaît déterminant. Pour Wiliam (2010), une des conditions d'efficacité du feedback, si ce n'est la plus importante, est liée à sa dimension prospective. En effet, le feedback efficace serait celui qui se concentre sur ce qu'il reste à faire, sur la suite du processus, plutôt que sur ce qui a été fait, de bien comme de mal. Ce type de feedback encourage l'orientation de la motivation vers la maîtrise (l'élève cherche à améliorer sa compréhension), plutôt que vers des buts de performance (l'élève cherche à faire mieux que les autres) (Dweck, 1986).

Un autre point déterminant est lié au degré de spécificité du feedback. Shute (2008) montre que le manque de spécificité d'un feedback peut conduire les élèves à le percevoir comme inutile et/ou frustrant. Dans une visée d'évaluation formative, des feedback eux-mêmes formatifs sont donc à produire. McMillan (2010) s'est intéressé au degré de spécificité du feedback lorsqu'une compréhension « en profondeur » est recherchée. Pour l'auteur le feedback ne doit pas se centrer sur ce qui est juste ou faux mais doit davantage mettre l'accent sur ce qui permet à l'élève d'approfondir sa compréhension. En outre, le feedback doit comporter des questions, des défis et des suggestions qui permettent aux élèves de connecter la connaissance en jeu avec ce que l'élève comprend et connaît déjà. C'est ainsi que le feedback sera à la fois plus spécifique et individualisé, offrant la possibilité aux élèves d'appliquer leur compréhension à de nouveaux contextes.

Enfin, pour ne citer que les principaux, certains facteurs d'efficacité concernent les destinataires du feedback, notamment quant à leur âge et leur niveau d'habiletés (Shute, 2008). En fonction du niveau de l'élève, tout feedback ne sera pas également efficace pour réduire l'écart entre ce qui est atteint et ce qui est attendu. Par exemple, pour les élèves faibles ou pour les plus jeunes, un feedback efficace devra porter sur la tâche, des objectifs proximaux et être donnés dans le cours de l'action. Les élèves plus âgés, et sans difficultés scolaires, bénéficieront davantage d'un feedback retardé et distant, poussant à la réflexion et à l'approfondissement (Mason & Bruning, 2001 ; Shute, 2008).

Finalement, même si les recherches s'accordent à dire que les feedback formatifs sont susceptibles d'offrir aux élèves des informations utiles et pertinentes sur la progression de leurs apprentissages, de développer leur autonomie et leurs compétences en résolution de problème (Birenbaum, et al. 2006 ; Looney, 2011 ; Pintrich, 2004), un aspect fondamental du feedback réside dans la prise en compte du contexte d'apprentissage dans lequel il est adressé. Il ne produira pas d'effet dans le vide et ne sera pas nécessairement renforçant s'il est modifié ou rejeté. Dans ce cadre il semble indispensable de considérer le climat de classe dans lequel les feedback prennent place.

2.3. Le contexte de classe

Au-delà de la question de l'efficacité de l'évaluation formative mise en œuvre par les enseignants, il est nécessaire de s'interroger sur les conditions de son efficacité du côté des apprenants. Comme précisé par Ames (1992), ce n'est qu'à travers le contexte scolaire, tel

qu'il est perçu et interprété par les élèves, que l'on perçoit les effets des pratiques de l'enseignant sur leur motivation et leurs stratégies d'apprentissage. Cela suggère qu'une évaluation qui se veut formative doit être perçue comme telle par les élèves pour être véritablement efficace. Les recherches ont largement montré que la perception d'un climat de classe évaluatif par les élèves, dans lequel ils poursuivent des buts de performance plutôt que de maîtrise (Dweck, 1986), sont néfastes pour la motivation et l'apprentissage (Viau, 2009). Hancock (2001) a également montré que les élèves ayant à apprendre dans un environnement scolaire hautement évaluatif seront moins motivés et moins productifs. McMillan (2010) rappelle ainsi qu'un haut niveau d'évaluation formative nécessite un climat de classe propice à sa mise œuvre. Ainsi, les enseignants ont à faire comprendre aux élèves que le but de l'école n'est pas d'attribuer un jugement sur des performances mais d'améliorer et de développer des apprentissages. En définitive, le contexte dans lequel cette évaluation prend place aura un effet sur son efficacité ; l'ensemble des actions d'évaluation formative mises en œuvre par les enseignants ne seront efficaces que si celles-ci sont perçues et comprises par les apprenants comme étant une aide à leurs apprentissages (Nurra, Lepareur, & Cross, 2013).

D'après Heritage (2010), créer un contexte formatif consiste à développer une perception de possibilité de progression. L'auteure avance l'idée selon laquelle percevoir la possibilité de progresser vers un but revient à se sentir sur le chemin qui mène à l'atteinte de ce but. En d'autres termes, la perception de progression consiste à savoir discerner le lien entre son niveau actuel (niveau effectif à un moment donné) et le but à atteindre. Cette perception de possibilité de progression apparaît être un élément déterminant de l'efficacité de l'évaluation formative. L'étude menée par Nurra et al. (2013) montre que percevoir la progression comme possible a un impact sur le rapport de l'élève à l'apprentissage. Plus précisément, les résultats indiquent que lorsque la perception des capacités est plutôt malléable, le contexte de progression (*vs.* d'évaluation) amène à un rapport à l'apprentissage comme étant plus favorable. L'étude conclut que les effets poursuivis par la mise en œuvre d'une évaluation formative semblent fortement conditionnés par la perception d'un contexte perçu comme favorable par l'élève.

Pour McMillan (2010) ce sont les cycles d'évaluation, de feedback et d'adaptation de l'enseignement qui construisent un climat d'apprentissage. Dans cette visée, un climat formatif favorise les questionnements informels, le partage des idées, la collaboration, le

respect mutuel et la confiance, ainsi que l'appréciation et l'acceptation des différences entre élèves. C'est ce type de contexte de classe qui encourage les élèves à rechercher des feedback pour améliorer leurs apprentissages.

2.4. Synthèse sur le feedback

Nous avons montré que le feedback dispensé par l'enseignant apparaît nécessaire à l'accomplissement scolaire des élèves, sans quoi il leur serait difficile d'identifier ce qu'ils maîtrisent et de trouver les ressources pour progresser. En référence à McMillan (2010), nous avons vu que le feedback doit comporter des questions, des défis et des suggestions pour connecter la connaissance en jeu dans la tâche en cours avec ce que l'élève connaît et comprend déjà. Pour être efficace, il doit donc produire une information sur l'écart existant entre les performances réalisées et les buts de l'enseignement avec une insistance sur la manière de réduire cet écart. En nous référant à ce que Kluger et DeNisi (1996) et Shute, (2008) ont montré, ce type de feedback est susceptible d'améliorer les apprentissages mais au prix d'une plus grande dépendance à l'enseignant ou à l'outil qui produit le feedback. Wiliam (2010) a pointé que tout feedback n'était pas également efficace pour réduire l'écart entre le niveau attendu et celui atteint. En effet, les élèves en difficulté bénéficient davantage d'un feedback immédiat, au cours de l'action, et portant sur la tâche, alors que les « bons » élèves bénéficient plus d'un feedback éloigné dans le temps, plus distant de la tâche et poussant à la réflexion ou à l'approfondissement. La nature et l'utilisation du feedback doivent alors être interrogées dans ce sens.

Dans la section suivante, nous nous intéressons à la façon dont les pratiques d'évaluation formative peuvent être appréhendées et catégorisées. Nous présenterons ensuite un modèle de l'évaluation formative développé spécifiquement dans le cadre des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation.

3. Catégoriser les pratiques d'évaluation formative

Tel que nous l'avons précédemment évoqué, les recherches actuelles reconnaissent que la pratique de l'évaluation formative est susceptible de constituer un levier pour les enseignants et les élèves afin de réguler les processus d'enseignement/ apprentissage et de favoriser leur progression. Pour Asch et Levitt (2003), ce type d'évaluation est susceptible de faire évoluer les pratiques enseignantes, notamment en développant un changement de

regard sur l'élève et ses erreurs, et en permettant une meilleure prise en compte des apprentissages des élèves de manière individuelle et collective. Toutefois, au regard de ces considérations, il semble nécessaire de s'interroger sur la façon dont cette évaluation est mise en pratique car les conditions de son efficacité apparaissent largement en dépendre.

La caractérisation des pratiques d'évaluation formative constitue un enjeu de recherche important lorsqu'on vise à étudier les effets qu'elle produit sur les apprentissages des élèves. Dans la perspective qui est la nôtre, à savoir participer à une meilleure compréhension des pratiques d'évaluation des enseignants, et eu égard au nombre important de modèles existants, nous faisons le choix de nous centrer sur un modèle spécifique, celui de Wiliam et Thompson (2007)⁵. Ce sont les potentialités intégratrices et heuristiques de ce modèle qui déterminent notre choix. En effet, il concentre et synthétise les principaux éléments constitutifs d'une pratique d'évaluation formative les plus fréquemment développés dans la littérature. Ce choix est par ailleurs soutenu par le large spectre d'interprétations et, par conséquent, d'applications possibles, que permet la modélisation en cinq stratégies « clés » de l'évaluation formative proposée par les auteurs. Nous commençons par présenter le modèle de Wiliam et Thomson (2007) dans son ensemble, ainsi que les aménagements réalisés au cours des années de recherches qui ont suivi son élaboration, avant de détailler plus précisément chacune des stratégies.

3.1. Les aspects de l'évaluation formative d'après Wiliam et Thompson (2007)

Afin de saisir l'orientation conceptuelle dans laquelle Wiliam et Thompson s'inscrivent, revenons à la définition de l'évaluation formative considérée par les auteurs. L'évaluation est dite formative dans la mesure où la preuve de ce que les élèves ont acquis est provoquée, interprétée et utilisée par les enseignants, les apprenants ou leurs pairs, pour prendre des décisions sur les prochaines étapes de l'instruction (i.e., en termes d'enseignement et d'apprentissage) (Black & William, 1998 ; 2009).

L'idée sous-jacente à cette conception est que les enseignants ont besoin d'une flexibilité nécessaire pour être en mesure de modifier ou de "transformer" les pratiques d'évaluation formative en fonction de leur propre contexte de classe (Ginsburg, 2001). Pour Wiliam et Thompson (2007), il est donc nécessaire que les enseignants disposent

⁵ Le modèle original est développé par Lealy, Lyon, Thompson et Wiliam (2005)

d'outils qui leur permettent à la fois de favoriser cette flexibilité mais qui, dans le même temps, contraignent l'utilisation de cette flexibilité pour que les modifications apportées aux idées originales n'affaiblissent pas excessivement leur efficacité. C'est dans cette perspective que les auteurs ont cherché à clarifier la distinction entre les stratégies et les pratiques de l'évaluation formative. Wiliam et Thompson (2007) proposent ainsi de conceptualiser l'évaluation formative en différentes stratégies génériques à partir des trois processus centraux développés par Ramasprad (1983) pour l'apprentissage et l'enseignement :

- Identifier où vont les élèves ;
- Identifier où ils en sont dans leurs apprentissages ;
- Identifier comment, ou par quelles étapes, ils peuvent atteindre les buts visés.

Considérant à la fois le rôle de l'enseignant, des apprenants et de leurs pairs dans ces processus, les auteurs ont abouti à une modélisation de l'évaluation formative en cinq stratégies « clés » :

- (1) Clarifier, partager et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite ;
- (2) Organiser des discussions, activités et tâches qui produisent des preuves sur les apprentissages ;
- (3) Donner un feedback qui fait progresser les élèves ;
- (4) Inciter les élèves à être des personnes ressources pour leurs pairs ;
- (5) Inciter les élèves à être responsables⁶ de leurs apprentissages.

Pour les auteurs, ces cinq stratégies visent à capturer l'essence d'une évaluation *pour* les apprentissages et peuvent être instanciées à travers une diversité de pratiques.

Ci-dessous, nous détaillons la classification des stratégies en fonction des acteurs de l'évaluation et de leurs fonctions (Figure 2). Ce modèle, proposé à l'origine par Lealy et al. (2005), a ensuite été détaillé par Black et Wiliam (2009) afin de préciser l'articulation entre chacune des stratégies, puis synthétisé par Wiliam (2010). Des explications détaillées et des dérivations du modèle ont également été développées par Wiliam (2007 ;

⁶ La version manuscrite présentée avant la soutenance comprenait la traduction suivante : « Inciter les élèves à s'approprier leurs apprentissages ». Les interactions avec les membres du jury nous ont conduite à modifier la traduction initialement proposée.

2011). Pour ces auteurs, cette classification constitue un outil central à destination des enseignants, des formateurs et des chercheurs en éducation en vue de favoriser la réflexivité des acteurs sur leurs pratiques. Pour notre part, nous considérons qu'elle offre une grille de lecture pertinente pour identifier les pratiques d'évaluation formative mises en œuvre en salle de classe (ce point sera précisé dans la partie B –méthodologie).

	Where the learner is going	Where the learner is right now	How to get there
Teacher	Clarifying learning intentions and sharing and criteria for success (1)	Engineering effective classroom discussions, activities and tasks that elicit evidence of learning (2)	Providing feedback that moves learners forward (3)
Peer	Understanding and sharing learning intentions and criteria for success (1)	Activating students as instructional resources for one another (4)	
Learner	Understanding learning intentions and criteria for success (1)	Activating students as the owners of their own learning (5)	

Note. Les nombres entre parenthèses indiquent à quelle stratégie chacun des aspects réfèrent.

Figure 2. Aspects de l'évaluation formative d'après Wiliam et Thompson (2007)

Par cette classification, les auteurs visent à fournir un point de départ sur une série d'aspects connexes de la pratique formative pour les enseignants, mais aussi à favoriser le développement d'un certain nombre de questions plus larges en matière d'enseignement, telles que le curriculum, la psychologie et la pédagogie. Les auteurs précisent que les différentes pratiques utilisées par les enseignants pour mettre en œuvre ces stratégies peuvent varier d'une classe à une autre, d'une discipline à une autre et d'un enseignant à un autre, en fonction du contenu enseigné et de leur propre style d'enseignement afin de prendre en compte les besoins différenciés des élèves. Ces stratégies offrent une base pour une action éclairée et un espace aux enseignants pour tirer parti des opportunités locales (Cowie et al., 2013). Elles capturent en effet l'essence de l'AfL en positionnant l'enseignant et les élèves dans un processus interactif dans lequel ils s'engagent ensemble pour guider et piloter l'apprentissage.

3.2. Vers la caractérisation d'indicateurs

Les bases scientifiques de ces cinq stratégies sont décrites dans Wiliam (2007). Dans cette section, nous définirons chacune de ces stratégies en suivant l'ordre adopté par Wiliam (2010) pour lequel les stratégies (4) et (5) sont inversées par rapport au modèle originel de Lealy et al. (2005) et de Wiliam et Thompson (2007).

3.2.1. Clarifier, partager et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite

Cette première stratégie renvoie aux curricula. Comme mis en évidence par McMillan (2010), il est nécessaire de clarifier et d'explicitier les critères d'évaluation du travail des élèves car c'est ainsi que les enseignants pourront transmettre une part de leurs responsabilités aux élèves (e.g., évaluation par les pairs, autoévaluation, réflexion sur le travail). Cette stratégie consiste donc à expliciter les intentions d'apprentissage en termes de buts clairs, précis et avec des critères de réussite étroitement circonscrits. Cependant, en fonction du type d'enseignement, la précision des buts ne sera pas possible, voire non souhaitée. En effet, dans certaines situations, telles que des séances de travail « créatif », l'enseignant peut choisir de laisser libre le champ des possibles et autoriser, dans une certaine mesure, les élèves à poursuivre leurs propres buts. Néanmoins, bien qu'il puisse y avoir une large gamme de directions possibles où les élèves peuvent utilement aller, certaines directions prises conduiront bien souvent les enseignants à intervenir pour rediriger leurs activités en direction des objectifs d'apprentissage. Ainsi, les intentions d'apprentissage peuvent être plus ou moins larges et les critères plus ou moins précis.

Une conséquence importante de cette vision de l'évaluation formative est que, bien qu'il soit nécessaire d'être clair sur ce qui doit être appris, ce que les élèves apprennent est complètement indépendant de l'évaluation formative. En d'autres termes, l'engagement dans l'évaluation formative ne présente pas de point de vue particulier de ce que les intentions d'apprentissage devraient être, ni ce qu'il se produit quand les apprentissages prennent place. Wiliam (2010) insiste sur cette orientation car de nombreuses formulations de l'évaluation formative impliquent certains types particuliers de buts d'apprentissage. Une autre précision est faite concernant ces buts ; bien que les intentions et les critères soient clarifiés avec les apprenants, cette stratégie ne précise pas qui fixe ces buts d'apprentissage. Bien que les choix s'avèrent relativement restreints chez les jeunes enfants, les élèves plus âgés et les adolescents pourraient se voir associés à la définition

des critères de réussite. Certains buts et critères de réussite peuvent, par exemple, faire l'objet d'une négociation entre l'enseignant et les élèves en vue de les impliquer davantage dans leurs apprentissages.

3.2.2. *Organiser des discussions, activités et tâches qui produisent des preuves sur les apprentissages*

Cette stratégie concerne l'organisation de situations qui mettent en avant les preuves des apprentissages. Elle se manifeste généralement lors des phases de questionnements, de dialogues et/ou de débats en classe entière. Bien que ces situations prennent fréquemment la forme d'un questionnement, il est important de noter que les actions qui explicitent les preuves⁷ d'apprentissage sont également incluses. Cependant toutes les incitations de preuves ne sont pas également utiles ; certaines ne soutiendront que le seul *monitoring* ou la fonction de diagnostic. La preuve qui doit être incitée, et le moyen par laquelle elle est incitée, sont conduits ensemble par une compréhension claire des intentions d'apprentissage (étroite ou large), de la progression dans l'apprentissage et des difficultés des apprenants. Ainsi, pour être efficace, l'enseignement doit s'adapter aux besoins individuels des élèves et considérer une large gamme d'alternatives pédagogiques. Pour ce faire, l'enseignant doit être au clair sur l'éventail de stratégies pédagogiques possibles afin de pouvoir ensuite choisir le type de preuves nécessaires à la prise de décision.

3.2.3. *Donner un feedback qui fait progresser les élèves*

Cette stratégie consiste à fournir des feedback qui tirent les élèves vers l'avant. Elle renvoie au fait que l'évaluation formative est avant tout prospective plutôt que rétrospective. Cette vision recoupe les deux résultats clés décrits par Kluger et deNisi (1996) et Hattie et Timperley (2007) : (1) Il est plus productif de réfléchir sur les processus qui sont déclenchés par l'intervention du feedback ; (2) Les feedback sont plus efficaces lorsqu'ils portent l'attention sur la tâche (plutôt que sur la personne), la façon dont l'apprenant travaille sur la tâche et le processus d'autorégulation dans lequel l'élève est engagé. En d'autres termes, un feedback sera plus efficace s'il provoque une réaction cognitive plutôt qu'une réaction affective. Il faut toutefois reconnaître que tout ne dépend pas uniquement de la qualité du feedback donné. Son efficacité est aussi liée aux

⁷ Nous utilisons le concept de « preuve » d'apprentissage, en référence à Harlen (2013), comme synonyme de « indice ».

apprenants et au milieu d'apprentissage dans lequel celui-ci est donné et reçu (Black & Wiliam, 2009).

Un autre aspect du feedback qui vise à faire progresser les élèves est relatif aux ajustements pédagogiques et didactiques. C'est-à-dire que l'évaluation des résultats peut elle aussi fournir un feedback à l'enseignant lui permettant de modifier son enseignement afin de le rendre plus effectif. Ainsi, l'évaluation peut être aussi formative pour l'enseignant que pour l'élève.

3.2.4. *Inciter les élèves à être responsables de leurs apprentissages*

Cette quatrième stratégie fait référence à la motivation des élèves, à l'intérêt, à l'autoévaluation et à la métacognition. De façon à inciter les élèves à être responsables de leurs apprentissages, ils doivent à la fois posséder les objectifs curriculaires et être actifs dans le guidage de leur propre apprentissage. En d'autres termes, ils doivent devenir des apprenants autorégulés. La notion d'autorégulation des apprentissages est un champ de recherche riche, comprenant une vaste littérature dont la plupart des recherches apparaissent très pertinentes pour la notion d'évaluation formative. Ce concept sera développé dans le chapitre suivant.

Wiliam (2010) détaille les points principaux qui réfèrent à cette stratégie, au regard des définitions de l'autorégulation développées par Winne (1996), Corno (2001) et Boekaerts (2006), afin de pointer l'articulation entre les dimensions cognitives, et motivationnelles et affectives. En termes de stratégies pour rendre actifs les élèves dans l'appropriation de leurs apprentissages, Wiliam s'appuie sur le modèle du *dual processing theory* développé par Boekaerts (1993) et la distinction de deux types d'autorégulation ; lorsqu'une tâche est évaluée positivement, une énergie est déployée tout au long de la réalisation de cette tâche dont le but est d'accroître la compétence. Ce type d'autorégulation, où la quantité d'énergie est dirigée par l'élève, est appelé *top-down*. Lorsque l'attention se tourne vers la voie du bien-être, et que le but est de prévenir la menace, un préjudice ou une perte, le processus d'autorégulation est appelé *bottom-up*. Les relations entre ces deux types de régulations sont dynamiques et l'auteur précise qu'il ne s'agit bien évidemment pas d'une caractéristique stable des apprenants.

L'un des principaux points forts du modèle du traitement-duel est qu'il intègre une variété de points de vue différents, à partir d'une conception large de cette stratégie, en

incluant la relation entre la motivation et l'intérêt, la façon dont les élèves attribuent leurs réussites et leurs échecs, et la façon dont ils développent leurs idées sur leur propre auto-efficacité.

3.2.5. *Inciter les élèves à être des personnes ressources pour leurs pairs*

Cette dernière stratégie vise à rendre les élèves actifs en tant que ressources d'apprentissage à part entière pour leurs pairs. Elle prend place à travers un apprentissage collaboratif, un enseignement réciproque ou encore une évaluation par les pairs. Cette stratégie constitue la cinquième et dernière stratégie pour Wiliam (2010) du fait qu'elle présente, à certains égards, une combinaison de chacune des quatre autres stratégies.

D'une part, afin que les élèves évaluent le travail des uns et des autres, ils doivent intérioriser les intentions d'apprentissage et les critères de réussite. Cette appropriation devient disponible aux élèves par l'utilisation de leurs propres productions. D'autre part, puisque le fait d'évaluer le travail d'un pair est moins chargé émotionnellement que l'évaluation de son propre travail, elle fournit un tremplin pour une autoévaluation efficace et le développement de l'autorégulation des apprentissages (Black et al., 2003). À travers le tutorat et d'autres formes d'apprentissage collaboratif, les élèves adoptent alternativement le rôle de l'enseignant qui les conduit à rechercher des preuves et à fournir des feedback.

3.2.6. *Synthèse du modèle des cinq stratégies*

La modélisation des stratégies clés de l'évaluation formative permet de concentrer un ensemble de recherches conduites sur les moyens de soutenir son efficacité dans le cadre éducatif. Le soubassement théorique de ces stratégies est ancré dans une vision de l'évaluation formative en tant que moyen par lequel les preuves des réalisations des élèves sont utilisées pour éclairer les décisions sur l'enseignement et l'apprentissage. Pour Wiliam (2010), ces stratégies visent à soutenir une application immédiate aux pratiques éducatives. En outre, elles seraient particulièrement puissantes pour favoriser la réflexion sur les pratiques enseignantes et en permettre l'étude.

Nous clôturons ce chapitre en présentant un modèle de l'évaluation développé spécifiquement dans le cadre des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation. Il s'agit du modèle d'Harlen (2013) qui, basé sur la définition de l'évaluation formative de

Black et Wiliam (2009, p. 9), permet d'appréhender conjointement ces deux pratiques d'enseignement.

3.3. L'évaluation formative dispensée dans le cadre des ESFI

Dans le domaine de l'enseignement des sciences, des études soulignent que les pratiques d'évaluation formative varient selon plusieurs dimensions : l'aspect formel ou informel de l'évaluation, son degré de planification, le type de données collectées, la nature et le temps lors duquel est dispensé le feedback de l'enseignant et ses actions formatives (Ruiz-Primo, 2011). L'évaluation dispensée par l'enseignant peut ainsi concerner l'ensemble de la classe, de petits groupes ou un seul élève, mais aussi porter sur tout ou partie des divers objectifs qu'il aura définis pour l'apprentissage de ses élèves (Cowie, 2013).

Les recherches d'Harlen (2013) se sont focalisées sur les liens qu'entretiennent l'évaluation formative et les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation (ESFI). Selon l'auteure, l'évaluation formative et les ESFI partagent les mêmes finalités puisque que tous deux visent la compréhension et l'acquisition des compétences nécessaires à l'apprentissage.

« La pratique de l'évaluation formative des élèves, à travers la collecte de données par les enseignants et les élèves pendant l'apprentissage ainsi que la remontée d'informations pour réguler le processus d'enseignement et d'apprentissage, est clairement en cohérence avec les objectifs et les pratiques d'un apprentissage fondé sur l'investigation. Elle donne aux élèves le sentiment d'une appropriation de leur apprentissage en mettant en avant l'autoévaluation et la participation aux choix des étapes suivantes ; elle aide donc les élèves à assumer la responsabilité de leur apprentissage à l'école et au-delà » (Harlen, 2013, p. 23).

L'auteure fait l'hypothèse forte que les pratiques d'évaluation formative d'une part, et d'enseignement fondés sur les démarches d'investigation d'autre part, sont favorables à la prise en charge par les élèves de leurs apprentissages. Harlen (2013) s'appuie sur Bransford, Brown et Cocking (2000) pour préciser que ce type d'enseignement, qui vise le développement de la compréhension, nécessite de prendre en compte les idées initiales et les compétences existantes des élèves. C'est cette prise en compte qui lui permettra ensuite d'ajuster les défis et mettre en avant les progrès des élèves. À partir de ces considérations, l'auteure a développé un modèle (Figure 3) permettant d'appréhender conjointement les pratiques d'évaluation formative et des enseignements fondés sur l'investigation.

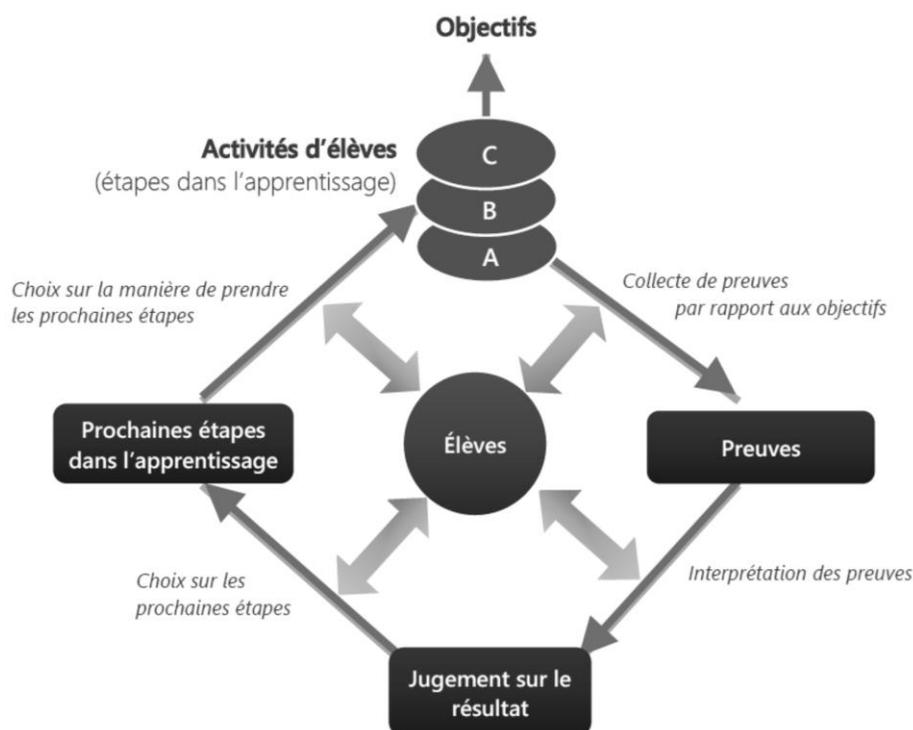


Figure 3. Modèle de l'évaluation liée aux objectifs formatifs (Harlen, 2013, p.21 ; 2006)

Dans ce modèle circulaire, l'élève est situé au centre en tant qu'acteur de son apprentissage et objet des actions de l'enseignant. On y distingue les étapes centrales du processus évaluatif mis en place par l'enseignant poursuivant des objectifs formatifs :

- La collecte de preuves liée aux buts et aux critères de réussite de l'investigation ;
- L'interprétation de ces preuves qui conduit à un jugement sur leur progression ;
- Les choix concernant les prochaines étapes de l'investigation.

Ces différentes étapes se succèdent à partir des objectifs qui eux-mêmes évoluent au fur et à mesure de l'activité des élèves. Ce modèle vise à mettre en lumière le besoin pour les élèves de comprendre les objectifs et les critères de réussite et l'importance de ces informations pour réguler l'enseignement et l'apprentissage. Ainsi, comme William (2010), Harlen (2013) insiste sur la double visée des feedback ; ils permettent d'informer, d'un côté, l'enseignant afin d'ajuster les défis qu'il propose à ses élèves et, de l'autre, les élèves pour les aider à « prendre les dispositions nécessaires en vue d'améliorer leur compréhension ou leurs compétences » (p.31). Finalement, ce modèle présente à bien des égards des recoupements avec le modèle des cinq stratégies de l'évaluation formative proposé par William et Thompson (2007).

4. Conclusion du chapitre II

Au regard des recherches menées sur l'évaluation formative, et de ses implications pour les apprentissages des élèves et le développement professionnel, ce que certains appellent un « processus » semble bien constituer un véritable levier pour la sphère éducative. Nous avons présenté dans ce chapitre les évolutions conceptuelles de l'évaluation formative avant de mettre en exergue les composantes déterminantes soulevées par la littérature d'une pratique d'évaluation *pour* les apprentissages. Nous retiendrons la définition proposée par Black et Wiliam (2009, p.9), et traduite par Harlen (2013, p.20), pour définir ce processus :

« L'exercice en classe est formatif dans la mesure où les preuves indiquant la performance des élèves sont provoquées, interprétées et utilisées par les enseignants, les apprenants ou leurs pairs, pour choisir les étapes suivantes de l'apprentissage qui seront alors probablement mieux construites qu'en absence de preuves » (Black & Wiliam, 2009, p.9).

Nous avons ensuite développé le modèle des cinq stratégies clés de l'évaluation formative tel que développé par Wiliam (2010) pour les potentialités intégratrices et heuristiques qu'il présente. Ce modèle retient particulièrement notre attention du fait que chacune des stratégies peuvent être interprétées de manière contingente avec la régulation des processus d'apprentissage (Wiliam, 2014). En effet, l'accent est porté sur les processus d'apprentissage, plutôt que sur les résultats, et vise à encourager les élèves à apprécier par eux-mêmes leurs productions. Ce modèle va constituer notre ancrage de référence pour caractériser les pratiques d'évaluation.

Nous avons également présenté le modèle d'Harlen (2013) car il offre un éclairage supplémentaire sur les stratégies évaluatives dans le cadre spécifique des ESFI. À notre sens, ces modèles se rejoignent dans cette vision de l'évaluation formative qui vise à créer et à capitaliser des moments de rencontres spécifiques entre l'enseignant et les élèves dans le but de réguler les processus d'enseignement et d'apprentissage.

Au regard des recherches actuelles et des modèles que nous venons d'exposer, l'évaluation formative est préconisée en vue de soutenir et développer l'autorégulation des apprenants (e.g., Black & Wiliam, 2009 ; Clark, 2012 ; Mottier Lopez, 2012 ; Nicol & Macfarlane-Dick ; Romainville, 2006). Néanmoins, peu de recherches présentent des résultats pour lesquels un effet des pratiques d'évaluation formative sur les processus

d'autorégulation des élèves a été mesuré. Pour parvenir à dégager de tels effets, il convient de s'interroger en amont sur ces processus en question : de quels processus d'autorégulation parle-t-on ? Comment se manifestent-ils et, enfin, peut-on les mesurer ?

Le chapitre suivant présentera un état des lieux des recherches menées sur l'autorégulation des apprentissages, en commençant par revenir sur les origines du concept. Nous présenterons différents modèles de l'autorégulation qui nous permettent de le conceptualiser, en considérant les différents apports de chacun d'eux. Nous présenterons, ensuite, différents outils de mesures développés dans les recherches ayant tenté d'appréhender ce concept.

Chapitre III - L'identification des processus d'autorégulation

“The mind is a storehouse for knowledge. The world affords people uncountable opportunities to learn many things but not all opportunities are taken up - people are selective - they self-regulate learning” (Winne, 2011, p.15)

En situation d'enseignement, l'enseignant aspire à engager des régulations des processus cognitifs de ses élèves et, *in fine*, des processus d'apprentissage. Toute la difficulté revient à impulser une régulation de ces processus alors qu'ils ne sont ni maîtrisables, ni prévisibles (Rogalski, 2003). Dès lors que l'on souhaite agir sur ces processus, il semble indispensable de comprendre en amont en quoi ils constituent un élément central de la réussite scolaire.

Ce chapitre présentera, dans une première section, une revue de la littérature sur le concept d'autorégulation des apprentissages ainsi que des modèles fondateurs pour son étude. La seconde section exposera les questions liées à l'observation et à l'évaluation des processus que le concept sous-tend. Nous développerons différentes méthodes utilisées par les chercheurs du domaine pour accéder aux processus métacognitifs des élèves lorsqu'ils réalisent une tâche, puis nous esquisserons les choix de méthodes retenus pour notre étude.

1. L'étude des processus d'autorégulation des apprentissages

Afin de comprendre ce que revêt précisément l'autorégulation des apprentissages, nous exposons les recherches qui ont étudié ce concept dont les origines proviennent du champ de la métacognition. C'est à partir de ces bases conceptuelles que nous pourrions, dans un second temps, considérer les modèles de l'autorégulation qui permettent d'identifier les processus que le concept sous-tend et les conditions de leur émergence.

1.1. Fondements des études sur la métacognition

Au cours de ces quarante dernières années, et notamment depuis que Flavell (1976) a introduit le concept, la métacognition est devenue un champ de recherche important tant dans le domaine de la psychologie cognitive et développementale que de l'éducation et de la didactique. Dans le champ de l'éducation, l'intérêt qui lui est porté tient au fait que des performances scolaires élevées sont fréquemment associées à des compétences métacognitives efficaces (e.g., Romainville, 1993 ; Zimmerman, 1990). La métacognition

constitue encore aujourd'hui un champ de recherche en développement. Par exemple, l'ouvrage de Zohar et Dori paru en 2012 présente un ensemble d'études récentes menées sur la façon dont diverses formes d'instruction métacognitive sont susceptibles d'améliorer la compréhension et la réflexion en classes de sciences. Bien que dans le champ éducationnel il est largement admis que le développement de stratégies métacognitives est une composante essentielle à l'apprentissage efficace, il apparaît néanmoins important de préciser en quoi la métacognition constitue une clé pour réussir. Parallèlement aux études menées, les tentatives de définition n'ont cessé de se multiplier, provoquant souvent plus de confusions que d'éclairages sur ce que signifie la métacognition. Pour comprendre ce que ce concept recouvre, nous exposons ce qui, à l'origine, a impulsé les recherches dans ce domaine. Nous présenterons également la pluralité de ses conceptualisations afin de parvenir ensuite à une vision circonscrite, mais clarifiée, de ce concept.

1.1.1. *Origine du concept de métacognition*

Développé dans les années 1970, le concept de métacognition est un objet d'étude encore largement présent en Sciences de l'Éducation en ce qu'il constitue un atout majeur pour comprendre l'activité des élèves en situation d'apprentissage. À l'origine, et dans une perspective post-piagétienne, Flavell (1976) a développé une approche développementale de la métacognition initialement restreinte au domaine de la métamémoire. Il définit la métacognition comme se rapportant :

« [...] à la connaissance qu'on a de ses propres processus cognitifs, de leurs produits et de tout ce qui y touche [...] La métacognition se rapporte entre autres choses, à l'évaluation active, à la régulation et l'organisation de ces processus en fonction des objets cognitifs ou des données sur lesquelles ils portent habituellement pour servir un but ou un objectif concret » (Flavell, 1976, p. 232, notre traduction).

Pour Flavell, la métacognition correspond à la connaissance qu'un sujet a de son fonctionnement cognitif propre et de celui d'autrui, mais aussi la manière dont il peut en prendre conscience ainsi qu'en rendre compte. Cette définition s'est vue par la suite adaptée et reformulée par de nombreux auteurs (e.g., Grangeat, 1997 ; Noël, Romainville & Wolfs, 1995 ; Romainville, 2000 ; Wolf, 2005) en tant que connaissances introspectives et conscientes que l'individu a de ses manières d'apprendre et de ses capacités à les réguler.

Les recherches s'étant inspirées de la définition de Flavell ont donné lieu à des objets d'étude différents, bien souvent généralisés sous le seul concept de métacognition. Les auteurs qui relèvent les confusions liées à la prolifération des terminologies ont bien souvent développé leurs propres catégorisations. Comme le notent Veenman, Van Hout-Wolters et Afflerbach (2006), en plus du flou terminologique que soulève ce concept, les chercheurs se trouvent également en désaccord sur les « ingrédients » de la métacognition et leurs interrelations. De fait, le sens attribué à la métacognition diffère selon que les auteurs choisissent d'inclure ou d'exclure certains composants.

Face à cette multitude d'aménagements, il semble nécessaire de pallier son manque de clarté, dans les différentes acceptions du concept, afin de définir plus précisément l'angle d'étude à adopter. Après avoir établi une revue des travaux actuels, nous constatons que plusieurs chercheurs en éducation reviennent à la définition développée par Flavell en 1976. Par exemple, Zohar et Dori (2012) expliquent leur choix de se focaliser sur le cadre formulé par Flavell, Miller et Miller (2002) pour deux raisons : (a) Flavell constitue l'une des principales références dans la recherche sur la métacognition et sa définition a servi de base à de nombreux cadres ultérieurs offrant ainsi un certain terrain d'entente sur les acceptions du concept et ses catégorisations et (b) l'auteur aborde les principaux composants métacognitifs mobilisés par d'autres cadres théoriques. De ces considérations, nous nous focaliserons sur les conceptualisations développées par Flavell.

1.1.2. *Distinguer la cognition de la métacognition*

Les relations entre la cognition et la métacognition sont complexes et la frontière entre ces deux concepts est souvent difficile à circonscrire. Flavell (1976) proposait de distinguer ces deux concepts de la façon suivante : la cognition comprend tout ce qui touche « au monde extérieur » et correspond aux aspects de la situation dans laquelle l'individu se trouve. Sa fonction est de résoudre un problème posé, elle est donc tournée vers l'action. La métacognition, quant à elle, correspond « au monde intérieur » et comprend les connaissances, les informations, les stratégies. Sa fonction est de réguler les opérations cognitives, c'est la gestion des actions réalisées.

Néanmoins, nous notons que cette distinction établie par Flavell n'a pas permis de surpasser les confusions. Brown (1987) a notamment mis en évidence le caractère interchangeable des fonctions présentées pour ces deux concepts. La difficulté de démêler

ces deux niveaux est encore en débat, mais il est toutefois possible d'identifier une stratégie et ses fonctions lorsqu'elle celle-ci est verbalisée. Or, la question de l'explicitation des stratégies et de leur caractère conscient ou non ne fait également pas l'unanimité (e.g., Brown, 1987 ; Nelson & Narens, 1994 ; Paris, 2002).

Les recherches sur la métacognition dans les apprentissages scolaires présentées par Noël, Romainville et Wolfs (1995) distinguent ces deux concepts en fonction de l'objet sur lequel porte l'activité mentale. Ils différencient ainsi les opérations mentales exercées sur un contenu de celles exercées sur d'autres opérations mentales. Pour ces auteurs, les processus métacognitifs se distinguent des processus cognitifs du fait qu'ils portent sur l'analyse, par le sujet, de ses propres comportements (e.g., stratégies mentales mobilisées pour résoudre une tâche) et non seulement sur le questionnement propre au contenu et aux informations que le sujet traite. De fait, puisque la distinction porte sur l'objet de l'opération mentale (i.e., contenu vs. opération mentale), cognition et métacognition sont deux activités mentales fonctionnant selon la même modalité. Elles ne doivent cependant pas être confondues puisqu'elles ne se situent pas au même niveau, la métacognition correspondant au travail exercé sur le processus de cognition lui-même (Allal, 1992, parle de « *cognition about cognition* »). Pour Grangeat (1997), c'est la réflexion exercée par le sujet sur sa propre cognition qui lui offre la possibilité de réguler ses processus de cognition et, *in fine*, de gérer (voire d'optimiser) ses démarches d'apprentissage. Dans ce sens, Noël (1997, p. 93) propose de définir la métacognition comme « un jugement, une explication du sujet sur sa propre démarche cognitive » (p.93). Nous retiendrons cet indicateur de jugement (pouvant se décliner en appréciation ou en avis) porté par l'élève sur sa cognition pour définir la frontière entre le cognitif et le métacognitif.

Nous venons de soulever les problèmes liés au développement de ce concept composite et mis en avant la distinction nécessaire entre le cognitif et le métacognitif. Nous retiendrons que la métacognition se caractérise par le travail exercé par le sujet sur sa propre cognition et que c'est par le biais des jugements (verbaux) qu'il émet sur sa propre démarche cognitive qu'il devient possible de distinguer ces deux niveaux. Au cœur de la définition de la métacognition proposée par Flavell et al. (2002), une distinction fondamentale est opérée entre (a) les connaissances métacognitives et (b) le suivi métacognitif (*monitoring*) et l'autorégulation. Nous commençons par préciser le concept de métaconnaissance ou connaissances métacognitives.

1.1.3. *Les métaconnaissances ou connaissances métacognitives*

Flavell (1979) définit les connaissances métacognitives comme des connaissances et croyances à propos de phénomènes en lien avec la cognition qui influencent notre manière d'apprendre. L'auteur a proposé une catégorisation de ces métaconnaissances qui fut reprise dans de nombreux travaux : les connaissances personnelles ou réflexives, les connaissances sur les tâches cognitives et les connaissances stratégiques.

- Les connaissances au sujet des *personnes* correspondent aux connaissances ou aux croyances que l'on a sur ses propres connaissances ou sur celles des autres, c'est se connaître en tant que personne qui apprend. Ces connaissances se divisent elles-mêmes en trois catégories que Flavell (1987) identifie comme intra-individuelles, (les croyances au sujet de soi-même), interindividuelles (les comparaisons que nous réalisons entre les personnes) et universelles (les connaissances générales que nous détenons sur le fonctionnement de la pensée humaine).
- Les connaissances au sujet des *tâches* sont les informations sur les caractéristiques de la tâche. Elles permettent de comprendre « l'objectif fixé » afin de situer l'action en cours et de lui donner sens. Celles-ci concernent la portée d'une tâche, son étendue voire ses exigences, mais également les facteurs et conditions qui font qu'une tâche est plus difficile qu'une autre.
- Les connaissances au sujet des *stratégies* visent à construire un répertoire de stratégies permettant d'accomplir la tâche, elles sont donc tant générales que spécifiques sur les stratégies d'apprentissage. C'est également la prise de conscience de leur utilité pour accomplir tel ou tel type de tâches en sachant déterminer où, quand, comment et pourquoi les utiliser (Lafortune & Saint-Pierre, 1998).

En définitive, les connaissances métacognitives se réfèrent aux connaissances déclaratives qu'un sujet a sur la nature et le fonctionnement du système cognitif. Elles prennent racine dans le système de croyance d'une personne, elles sont donc par nature personnelles et subjectives (Flavell, 1979). C'est en partant de cette caractérisation que Veenman (2012) explique qu'un apprenant peut penser qu'il (personne caractéristique) n'est pas compétent en mathématiques (caractéristique des tâches) et, par conséquent, qu'il doit investir beaucoup d'efforts pour faire ses devoirs (stratégie caractéristique).

Brown (1987) a proposé d'enrichir la taxonomie des connaissances métacognitives déclaratives développée par Flavell (1976) en distinguant trois types de connaissances métacognitives :

- les connaissances déclaratives qui se rapportent aux connaissances sur soi-même ou sur les facteurs susceptibles d'influencer ses performances propres ;
- les connaissances procédurales qui sont relatives à la connaissance qu'a le sujet de ses compétences procédurales (i.e., utilisation de stratégies variées pour résoudre un problème) ;
- les connaissances conditionnelles qui relèvent de la capacité à savoir quand et pourquoi employer différentes actions cognitives.

Il existe une pluralité de classifications des connaissances métacognitives qui nous informe sur les différents angles d'étude de la métacognition. L'approche proposée par Brown (1987) retient notre attention du fait qu'elle s'intéresse au fonctionnement de la métacognition pouvant se traduire en situation d'apprentissage. En effet, même si les connaissances métacognitives se développent avec l'âge, elles sont aussi améliorées par l'enseignement (cf. études de Paris & Jacob, 1984 et 1988).

Nous venons de décrire les connaissances métacognitives déclaratives de la métacognition. Une seconde composante, de type procédural, est identifiée dans la littérature.

1.1.4. *Les régulations métacognitives*

C'est à la suite de Brown (1987) que le terme de métacognition s'est élargi aux mécanismes de régulation ou de contrôle du fonctionnement cognitif. Cette seconde composante de la métacognition s'établit par la régulation de la cognition par le sujet lui-même (Noël, Romainville, & Wolfs, 1995). Plus précisément, ces mécanismes correspondent aux activités qui permettent de guider et de réguler l'apprentissage par le sujet. Pour Flavell (1976), il s'agit de « stratégies métacognitives ». Ce concept recouvre les connaissances métacognitives et le contrôle exercé sur sa propre pensée lorsqu'on utilise celles-ci ; c'est que ce l'on nomme « activité régulatrice » (Lafortune & Saint-Pierre, 1998) ou encore « régulations métacognitives » (Allal, Rouiller, & Saada-Robert, 1995). Les activités de régulation réfèrent à l'organisation des opérations mentales du sujet dans le but d'assimiler des informations sur ses états cognitifs en cours de réalisation.

Pour Brown (1987), les régulations métacognitives comprennent les activités de planification, de contrôle (*monitoring*) et de vérification des résultats. Alors que les connaissances métacognitives sont généralement identifiées comme étant stables, parfois erronées et verbalisables, les habilités d'autocontrôle et d'autorégulation sont relativement instables et non nécessairement verbalisables. Par ailleurs, elles dépendent fortement des tâches et des situations (Brown, 1987 ; Lafortune & Saint-Pierre, 1998 ; Mariné et Huet, 1998). Brown, en 1987, attirait déjà fortement l'attention sur le fait que savoir comment faire quelque chose ne signifie pas nécessairement que l'activité est consciente ou puisse être communiquée aux autres.

Dans les processus de gestion de la pensée, les stratégies métacognitives de planification permettent d'organiser la façon dont les informations sont traitées. C'est lorsque la tâche à réaliser est analysée, examinée au vu de ses caractéristiques et exigences, que le choix d'une stratégie plus qu'une autre va s'effectuer. C'est à ce moment même que la tâche va être distribuée en sous objectifs, que les probabilités de réussite ou d'échec vont être évaluées ou encore que le temps nécessaire pour la réaliser va être estimé.

Les activités de contrôle, ou de *monitoring*, interviennent lorsqu'on porte de l'attention sur ce que l'on est en train de faire. Elles consistent à faire des vérifications, à évaluer la pertinence et les progrès du cheminement suivi ainsi que les résultats et stratégies employés. L'ensemble des décisions qui visent à suivre, analyser et récolter des informations sur les activités cognitives en cours de réalisation par le sujet est appelé par Kluwe (1987) « décisions exécutives reliées au contrôle ». Cet auteur sépare en quatre catégories les décisions :

- la classification (e.g., qu'est-ce que je suis en train de faire ?) ;
- la vérification (e.g., Y-a-t-il quelque chose dans ce texte que je ne comprends pas ?) ;
- l'évaluation (e.g., est-ce que la stratégie utilisée est efficace ?) ;
- l'anticipation (e.g., si je ne relis pas mon cours, je risque de faire plus d'erreurs).

Ces activités de *monitoring* sont généralement suivies des activités de régulation, du fait que le sujet intervient sur ce qui a été détecté lors des contrôles. Le champ des décisions est alors vaste ; on apporte des correctifs, on change de stratégie, on arrête ou poursuit la procédure en cours, etc.

En résumé, l'analyse des régulations métacognitives apparaît pertinente du point de vue des apprentissages scolaires. Les métaconnaissances permettent aux élèves d'apprécier les différentes stratégies utilisées selon les contraintes en présence et d'ajuster leurs choix. A travers l'exposé des composants métacognitifs, nous avons tenté d'éclairer le concept de métacognition. Les travaux se rejoignent pour définir la métacognition comme la connaissance que le sujet construit de sa propre cognition et la régulation qu'il exerce sur son système cognitif. Désormais, il revient à clarifier la façon dont ces composants fonctionnent et s'articulent entre eux.

1.1.5. *Les expériences métacognitives*

Les expériences métacognitives ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches (e.g., Schneider & Lockl, 2002 ; Son & Schwartz, 2002) mais principalement concentrées dans le domaine de la métamémoire. Pour Flavell, quelqu'un a une expérience métacognitive :

« [...] s'il a une sensation que quelque chose est difficile à percevoir, à comprendre, à mémoriser ou à résoudre ; s'il a la sensation qu'il est tout près d'atteindre son but cognitif ou, au contraire, qu'il en est encore loin ; ou s'il a la sensation que la tâche devient plus facile ou plus difficile qu'elle l'était quelques instants plus tôt » (Flavell, 1987, p.24, notre traduction).

Les expériences métacognitives reflètent ainsi la prise de conscience (*awareness*) « plus ou moins élaborée des processus cognitifs en action » (Allal & Saada-Robert, 1992, p.269). Elles se manifestent par des idées, des pensées, des sentiments ou encore des sensations relatives à l'activité cognitive qui interviennent à toutes les étapes de résolution de la tâche. Ce sont « des expériences conscientes cognitives ou affectives qui accompagnent et se rapportent à toute entreprise intellectuelle » (Flavell, 1979, p. 906).

Plus récemment, les travaux d'Efklides (2006, 2008) enrichissent la définition de Flavell (1987) en mettant en avant le rôle des expériences métacognitives dans le processus d'apprentissage. De nature instantanée et dynamique, elles s'expriment durant la réalisation de tâches d'apprentissage à travers les jugements, les sentiments, les estimations et les ressentis. Efklides (2006) développe alors trois formes spécifiques d'expériences métacognitives :

- *Les sentiments métacognitifs*. Ces derniers, principalement étudiés dans le domaine de la métamémoire, se réfèrent aux sentiments ou ressentis de familiarité, de confiance ou de savoir. Ici, l'auteure souligne l'importance du sentiment de difficulté

dans une situation de résolution de problème pour l'autorégulation de l'effort. Les sentiments ou sensations, selon qu'ils sont plaisants (familiarité) ou déplaisants (difficulté), vont en effet affecter l'effort fourni pour la réalisation d'une tâche.

- *Les jugements métacognitifs et estimations métacognitives.* Deux formes de jugements renvoient au sentiment de difficulté : d'une part, l'estimation de l'effort et du temps nécessaire pour réaliser la tâche et, d'autre part, une forme de jugement qui renvoie aux sentiments de confiance et de satisfaction ; ce sont les jugements d'exactitude de la solution (qu'elle soit correcte ou non).
- *Les connaissances online* spécifiques à la tâche. Celles-ci correspondent à ce que le sujet prend en compte pour réaliser une tâche donnée. Pour l'auteure, ces connaissances font partie de ce dont la personne a conscience pendant la réalisation de la tâche, elles se réfèrent donc à la tâche et aux procédures.

Les expériences métacognitives sont le produit de processus complexes et se situent à l'interface entre la tâche en cours de réalisation et la personne. Ainsi, pour Efklides (2006), les expériences métacognitives agissent comme une sorte de *feedback intrinsèque* permettant de déclencher des processus d'autorégulation, à travers les décisions de contrôle et l'analyse de la situation basée sur ses connaissances métacognitives. Elles peuvent être conscientes ou inconscientes et analytiques ou non si les conditions ne permettent pas une analyse de la situation.

1.1.6. *Les compétences métacognitives*

Selon Veenman (2012), les compétences métacognitives concernent les capacités de *monitoring*, de guidage, de pilotage, et de contrôle de l'apprentissage. Il y a un certain consensus sur le fait que les activités d'apprentissage impliquent des compétences métacognitives typiques et que les activités métacognitives peuvent varier d'une tâche à l'autre ou d'un domaine à l'autre. Par exemple, les activités orientées vers l'étude d'un texte seront différentes de celles liées à la résolution d'un problème. Veenman (2012) illustre cela en décrivant les étapes courantes d'étude d'un texte et celles orientées vers la résolution de problèmes (Tableau 2).

Tableau 2. Etapes de l'étude d'un texte vs. de résolution de problèmes selon Veenman (2012)

Etude d'un texte	Résolution de problèmes
1. lecture du titre puis des sous-titres	1. lecture de l'énoncé du problème
2. balayage du texte afin d'obtenir une vue d'ensemble	2. activation des connaissances antérieures
3. activation des connaissances antérieures	3. établissement d'objectifs
4. établissement d'objectifs pour la lecture	4. faire un schéma représentant le problème
5. s'emparer des critères d'évaluation	5. établir ce qui est donné et ce qui est demandé
	6. prédire un résultat plausible

La planification de ces deux formes de lecture comporte des recouvrements (i.e., activation de connaissances antérieures) et des divergences en lien avec les objectifs de la tâche. Pour l'étude d'un texte, la planification concerne des décisions sur ce qu'il faut lire en premier et la façon de naviguer dans le texte, alors que pour la résolution de problèmes la planification aura trait au plan d'action, étape par étape, pour résoudre le problème.

Toutefois, bien que ces activités spécifiques se manifestent par des tâches d'apprentissage différentes, elles recouvrent des domaines métacognitifs similaires. En effet, plusieurs travaux ont montré que les activités métacognitives et les compétences métacognitives qui en découlent sont générales, malgré l'apparente différence des tâches, et surpassent le domaine spécifique dans lesquelles elles s'inscrivent (e.g., Schraw et al., 1995 ; Veenman, Wilhelm, & Beishuizen, 2004, cité par Veenman, 2012). Ces considérations comportent des implications cruciales car elles suggèrent que les apprenants possèdent un répertoire élargi de compétences métacognitives qu'ils ont tendance à appliquer à chaque fois qu'ils rencontrent une nouvelle tâche d'apprentissage. Veenman et al. (2006) ne manquent cependant pas de rappeler que les compétences métacognitives restent des mécanismes intérieurs « secrets » et que, faute de ne pouvoir les évaluer directement, elles doivent être inférées de leurs conséquences comportementales. Par exemple, lorsqu'un élève recalcule spontanément le résultat d'une opération mathématique, on suppose qu'un processus de suivi ou d'évaluation a précédé cette action manifeste.

Nous venons de présenter le concept de métacognition ainsi que ses différents composants métacognitifs et leurs fonctions. Nous retiendrons de ce concept qu'il correspond à un jugement effectué par le sujet sur sa propre démarche cognitive, précisant

ainsi le point de césure avec le concept de cognition. Ces premières distinctions conceptuelles nous conduisent à nous intéresser aux facteurs de développement des régulations métacognitives.

1.2. Les incitations métacognitives

Nous présentons maintenant des travaux portant sur les facteurs de développement des régulations métacognitives en les regroupant selon les éléments constitutifs de la métacognition.

1.2.1. De l'hétérorégulation à l'intériorisation progressive des fonctions métacognitives

Le courant de la métacognition, étudié dans le milieu scolaire, a progressivement modifié la conception du développement de l'intelligence tel que théorisé par Piaget⁸. Cette approche a permis d'impulser de nouvelles réflexions théoriques par les chercheurs, les enseignants et spécialistes de l'éducation sur la construction des connaissances et les pratiques enseignantes.

Dans le cadre de nos recherches, il nous semble primordial de considérer le contexte d'interactions sociales dans lequel l'apprenant est plongé. Dans cette visée, nous rejoignons les travaux de Vygotsky (1978) menés autour du concept d'hétérorégulation. Cet auteur accorde une place centrale aux mécanismes de régulation (i.e., contrôle et corrections) et conçoit le développement de l'intelligence en tant que transition progressive des mécanismes hétérorégulateurs (activés par un tiers) à des mécanismes autorégulateurs (activés par l'enfant lui-même). Dans cette conception, l'autonomie de l'enfant se réaliserait par la prise en charge progressive de son propre fonctionnement. Cette intériorisation progressive des fonctions métacognitives trouverait son origine dans les interactions sociales avec les enseignants, les parents, les pairs et autres experts qui exerceraient un rôle majeur en tant que médiateurs entre l'élève et les objets de connaissances. Brown (1982) rejoint cette conception en postulant que la compétence à autoréguler son activité serait favorisée par les critiques et les évaluations répétées d'un expert sur l'activité de l'apprenant.

⁸ Vygotsky critique la conception de Piaget en défendant l'idée que le développement de l'enfant ne procède non pas de l'individuel vers le social mais du social vers l'individuel.

1.2.2. *La prise de conscience*

La théorie de la prise de conscience définie par Piaget (1974) est un des points de départ de la recherche sur le concept de métacognition, elle a par ailleurs fortement inspiré les travaux de Flavell. Cette théorie implique de faire développer chez les sujets des habitudes métacognitives qui leur permettent d'analyser l'ensemble des éléments intervenants dans leur apprentissage et de gérer explicitement leur déroulement. Prendre conscience du fonctionnement de sa pensée se révèle être un processus complexe qui implique de faire un retour sur sa démarche ou son activité en cours, d'être capable de la verbaliser mais aussi de porter un jugement sur son efficacité (Lafortune & Saint-Pierre, 1998).

Cette propriété consciente de la métacognition apparaît donc nécessaire à son développement. En effet, les activités de prise de conscience viennent enrichir les connaissances métacognitives qui, à leur tour, influenceront la gestion des activités mentales lors de la prochaine activité semblable. Toutefois, selon Berbaum (1991), le problème réside dans le fait que dans une grande part des situations d'apprentissage, une telle démarche se réalise sans que l'apprenant en prenne explicitement conscience. En outre, la majorité des actes d'apprentissages seraient implicites. De fait, lorsqu'il y a ni réflexivité, ni explicitation, les apprenants ne seraient pas conscients de telles démarches.

La prise de conscience de son activité mentale suppose donc que le sujet soit en mesure de communiquer à autrui les stratégies qu'il utilise mais aussi leur déroulement, les choix qu'il effectue et les raisons de ces choix. Pour illustrer ce processus dans le cadre de l'apprentissage scolaire, un élève sera supposé prendre conscience du fonctionnement de sa pensée lorsqu'il sera en mesure de dire qu'il réussit mieux un type de problème avec telle ou telle méthode, de juger qu'une méthode est plus ou moins coûteuse ou encore par le fait qu'il soit capable d'expliquer son raisonnement pour atteindre son but ou prévenir une difficulté. Ainsi, ce qui apparaît être le plus caractéristique de la prise de conscience se trouve dans le passage de l'implicite à l'explicite, passage qui s'effectue à travers la verbalisation. Dans le quotidien scolaire, une attention particulière serait à prêter aux interactions présentes en cours d'activité car pour reprendre Vygotsky (1978) c'est avec l'aide du langage qu'ils « acquièrent la capacité d'être à la fois sujet et objet de leur propre comportement » (p.26).

Hoc et Altaberti (1999) mettent en avant le fait que la verbalisation peut avoir une portée cognitive qui soit individuelle mais qu'elle peut également participer à une activité de coopération pour le contrôle de l'action. En effet, lorsque des individus échangent sur l'activité qu'ils sont en train de réaliser, que ce soit des informations ou des impressions, et même si elles ne sont pas toujours clairement réfléchies, ils rendent explicite leur système de conceptualisations. Par cette extériorisation, les autres sujets peuvent s'emparer de ce système pour ensuite le modifier et enrichir leurs propres conceptualisations de l'activité. Comme relevé par Grangeat (2010), les régulations métacognitives résultent donc bien souvent de la manière de se coordonner avec autrui.

1.2.3. *L'explicitation de l'action*

Vermersch (2003), qui propose l'entretien d'explicitation en tant qu'outil de prise de conscience, a développé et formalisé les éléments d'une « médiation experte ». Selon lui, le fait d'explicitement une action vécue constitue une prise de conscience. Cette conception de l'explicitation de l'action dans le cadre scolaire suggère qu'un élève parvenant à expliciter ses stratégies prendra conscience de sa démarche puis, progressivement, prendra « en charge » son activité d'apprentissage.

Plusieurs recherches dans le champ de la métacognition tendent effectivement à associer explicitation des stratégies d'apprentissage et réussite. Or, comme le souligne pertinemment Laveault (2007), faire expliciter à l'élève ses méthodes de travail et ses attentes comporte une portée limitée. C'est en se référant à l'étude de Mongeau et Hill (1998) que l'auteur démontre que l'explicitation des stratégies aurait une efficacité toute relative en fonction de la proximité au but. En effet, l'intérêt d'explicitement ses stratégies serait perçu chez l'élève qui se juge encore loin du but ou qui aurait besoin de corriger ses stratégies de résolution. En revanche, cela serait délétère pour l'élève proche d'atteindre son but. Puisqu'une attention moindre est portée sur les stratégies employées lorsque la performance attendue est proche, demander à l'élève d'explicitement ses stratégies serait susceptible de nuire à sa progression dans la réalisation de la tâche. Dès lors, une attention particulière est à porter sur le moment où il est demandé à l'élève d'explicitement ses stratégies. Les relations existantes entre la prise de conscience et les processus de régulation doivent alors être précisées.

1.2.4. *L'explicitation des régulations métacognitives*

Sur le plan des régulations métacognitives, différents degrés d'explicitation peuvent être observés. Allal et Saada-Robert (1992) proposent d'en distinguer quatre allant progressivement « d'une sensibilité à peine ressentie » à leur extériorisation « produisant des traces tangibles » (p.270). Les auteures déclinent ces explicitations de la façon suivante :

- les régulations implicites et non conscientes,
- les régulations explicitables (conscientisables si elles sont provoquées),
- les régulations explicitées et conscientes (opérées avec intentionnalité),
- les régulations instrumentées par le biais d'un support externe à la pensée du sujet. (ces dernières permettraient d'augmenter la cognition).

Cette catégorisation constitue un repère intéressant pour permettre de mieux cibler la nature des régulations qui sont en jeu lors de situations d'apprentissage en classe. Maintenant que le concept de métacognition se trouve clarifié, et que ses principaux développements théoriques ont été présentés, la section suivante va se focaliser sur le concept d'autorégulation qui se situe au cœur de notre questionnement et qui pourra être développé à la lumière des cadres théoriques que nous venons d'exposer.

1.3. De la métacognition à l'autorégulation des apprentissages

Les recherches menées sur l'autorégulation des apprentissages connaissent depuis quelques années un véritable engouement. Composante de la métacognition, l'autorégulation maîtrisée favoriserait l'autonomie des apprenants en les rendant plus habiles dans le contrôle de leurs propres processus d'apprentissage et leurs compétences en résolution de problèmes (e.g., Poissant, Poëllhuber, & Falardeau, 1994). Différentes approches de l'autorégulation sont présentées selon les disciplines et les courants théoriques dans lesquels elles s'inscrivent (e.g., psychologie développementale, psychologie des apprentissages, éducation cognitive, pédagogie par résolution de problèmes, etc.). Comme pour le concept de métacognition, le concept d'autorégulation s'inscrit dans différentes dimensions du fonctionnement humain (i.e., cognitives, métacognitives, motivationnelles, affectives) ce qui rend souvent difficile tant les tentatives de définition que les moyens d'opérationnaliser l'observation et l'évaluation de ces processus.

Nous allons désormais nous attacher à décrire les mécanismes d'autorégulation des apprentissages. Nous commencerons par présenter le concept d'apprentissage autorégulé que nous étayerons ensuite à la lumière des principaux modèles de l'autorégulation. Ensuite, c'est dans une perspective sociocognitive de l'autorégulation que nous nous orienterons. L'hétérorégulation étant un concept utilisé par diverses conceptions issues du courant socioconstructiviste du développement et des apprentissages, nous définirons ce concept ainsi que ses modalités d'expression dans le cadre scolaire.

1.3.1. *Le concept d'apprentissage autorégulé ou self-regulated learning (SRL)*

Dans le champ de la psychologie de l'apprentissage, le concept d'apprentissage autorégulé, ou *self-regulated learning* (SRL), est un développement théorique important qui concerne les compétences d'apprentissage autonome et la manière dont celles-ci aident les élèves à apprendre et à réussir dans des contextes éducatifs. Le SRL est un concept recouvrant des définitions parfois éloignées ou inégales, mais il est généralement défini en tant que :

« [...] processus actif et constructif avec lequel les apprenants se fixent des objectifs pour leur apprentissage et tentent de surveiller, réguler et contrôler leur cognition, motivation et comportement, guidés et limités par leurs objectifs et les caractéristiques contextuelles de l'environnement » (Pintrich, 2000, p. 453, notre traduction).

De la même façon que pour le concept de métacognition (en est-ce d'ailleurs la conséquence ?), l'autorégulation est loin d'être considérée comme un concept unitaire et des difficultés surviennent dès lors qu'il s'agit de le conceptualiser et/ou de l'opérationnaliser (Whitebread & Grau Cárdenas, 2012). Pour beaucoup d'auteurs (e.g., Boekaerts & Corno, 2005 ; Butler, 2002 ; Puustinen & Pulkkinen, 2001), il n'y a pas de définition simple de cette construction théorique. Ce constat réside dans le fait que l'autorégulation intègre une combinaison de plusieurs concepts psychologiques dans le domaine de la cognition, la métacognition, la motivation et la volition, la résolution de problèmes, le changement conceptuel, qui chacun avec ses propres traditions de recherches ajoutent un peu plus de complexité pour l'étude et la définition de ce concept.

La façon dont tous les processus (i.e., motivationnels, affectifs, cognitifs et métacognitifs) interagissent pour générer l'autorégulation est encore peu clarifiée, néanmoins des points communs subsistent entre les différentes approches. La plupart des modèles admettent que les étudiants sont des apprenants autorégulés s'ils sont capables de s'engager activement et de manière constructive dans leur processus d'apprentissage ; ils

sont généralement décrits comme métacognitifs, intrinsèquement motivés et stratégiques (Winne & Perry, 2000 ; Zimmerman, 1990) :

- être métacognitif renvoie ici à la prise de conscience ou à la connaissance des forces et faiblesses cognitives et aux stratégies nécessaires pour répondre aux exigences des tâches difficiles ;
- être motivé intrinsèquement renvoie à la croyance que les capacités sont incrémentielles (i.e., les capacités sont variables et peuvent être améliorées par l'effort ; Dweck 1999), à une haute auto-efficacité pour l'apprentissage (i.e., croyance en ses propres capacités de réaliser une tâche ; Bandura 1997) et à l'accent porté sur les progrès et la compréhension (i.e., orientation de «maîtrise» plutôt que de «performance» ; Dweck & Legget, 1988 ; Pintrich, 2000).
- être stratégique se reflète dans le choix et l'application de la stratégie la plus appropriée pour résoudre un problème. Par là même, les apprenants autorégulés sont en mesure d'utiliser certains critères/standards pour diriger leur apprentissage et fixer leurs propres objectifs.

Un accord réside également dans la conception des activités d'autorégulation comme médiatrices entre les caractéristiques personnelles et contextuelles et le rendement réel. En d'autres termes, un individu autorégulé adopte des stratégies différentes en fonction des caractéristiques des tâches particulières et de ses capacités et objectifs personnels (Boekaerts & Corno, 2005 ; Pintrich & Zusho, 2002).

1.3.2. Une articulation conjointe des dimensions cognitives et motivationnelles

Pour reprendre l'expression de Pintrich et De Groot (1990), la condition *sine qua non* d'un apprentissage autonome est la nécessaire association du *pouvoir*, habilités cognitives et métacognitives, et du *vouloir*, la motivation. Dans son modèle de l'apprentissage autorégulé, Pintrich (2000, 2004) identifie quatre domaines jouant un rôle clé dans l'autorégulation ; cognitif, motivationnel et affectif, comportemental et social (ou contextuel). Ainsi, étudier l'autorégulation reviendrait à tenir compte de cet ensemble afin d'identifier certains aspects de leur articulation.

Cosnefroy (2011) argue que la valeur accordée par l'élève à l'activité d'apprentissage, ainsi que son sentiment de compétence pour l'accomplir, sont essentiels à la mobilisation de compétences cognitives et métacognitives, sans quoi, même s'il les possède, il risque

de ne pas les mobiliser. Selon lui, étudier l'autorégulation à travers sa dimension cognitive et motivationnelle, sans attribuer plus d'importance à l'une ou à l'autre, relève toute l'ambition du concept d'apprentissage autorégulé. Ce n'est qu'à travers une approche complexe de l'apprentissage, située à la croisée de la cognition et de la motivation, que le concept d'autorégulation ouvrirait une voie prometteuse. S'autoréguler revient à trouver les ressources pour se mettre au travail et y rester (persévérer) mais aussi s'autoévaluer avec un regard critique sur son travail. L'hypothèse d'une double dynamique à l'œuvre dans l'apprentissage autorégulé est donc pertinente. Pour certains, l'autorégulation ne saurait même être étudiée indépendamment de la motivation puisqu'elle la détermine en partie (Berger & Büchel, 2012).

Le modèle de Boekaerts, Pintrich et Zeidner (2000) intègre l'ensemble des stratégies d'autorégulation visant à : planifier les stratégies cognitives et matérielles, contrôler l'avancement de son travail et effectuer les ajustements nécessaires, gérer sa motivation et autoévaluer l'efficacité des stratégies mises en œuvre. Nous rejoignons Mottier Lopez (2012) sur le fait que cette définition inclut et dépasse celle de la métacognition. Ce modèle englobe, en effet, l'ensemble des opérations ou stratégies en amont et en aval qui débouchent ou non sur une adaptation à réaliser selon qu'elle est considérée nécessaire ou non. Cette approche peut être critiquée car elle voit l'acteur comme « hyper-rationnel » dans le sens où tous les processus de régulation seraient le fruit d'une réflexion et « de stratégies explicites et contrôlées » (p. 25).

1.3.3. *Des indicateurs pour étudier les composantes motivationnelles et affectives*

Parmi les indicateurs motivationnels recensés dans les études sur l'autorégulation, on relève que plusieurs recherches portent sur le concept d'effort. Pour Boekaerts (1997, 2006), l'effort est au cœur de l'autorégulation des apprentissages car le contrôle doit être exercé durablement pour viser la réussite d'une tâche. En effet, adopter un comportement stratégique pour résoudre un problème suggère la mise en œuvre de processus (e.g., sélection d'une stratégie, coordination des différentes dimensions, délibération pour choisir et évaluer la stratégie, etc.) qui constituent un coût cognitif pour le sujet et qui sont susceptibles d'influencer fortement la motivation et la persévérance dans les tâches. Cosnefroy (2010) montre également qu'il ne suffit pas de disposer d'un répertoire de stratégies efficaces pour apprendre, cela n'en serait qu'une des conditions. L'auteur s'est particulièrement intéressé aux stratégies volitionnelles qui permettent de maintenir l'effort

et la concentration face aux difficultés. Il montre que le maintien de l'effort et de l'attention pour réaliser une tâche se trouve en permanence menacé par des activités plus attractives ou des difficultés rencontrées. Pour l'auteur, puisque la conduite autorégulée correspond à une conduite dirigée vers l'atteinte d'un but, un diagnostic de la situation qui met en jeu à la fois une analyse de la difficulté de la tâche à effectuer et une estimation de ses propres ressources pour l'accomplir s'avère nécessaire. Cosnefroy (2010) a ainsi proposé une taxonomie particulièrement éclairante des stratégies de régulation de l'effort. Celle-ci distingue les processus internes d'autorégulation, ou de contrôle de soi (e.g., se récompenser, rechercher la performance, éviter l'échec etc.), de ceux externes, ou de contrôle du contexte d'apprentissage (i.e., structuration de l'environnement, soutien social et planification). Cette taxonomie, testée à travers des témoignages d'élèves de seconde, permet de rendre compte des différentes stratégies mises en œuvre pour réguler l'effort.

De nombreux modèles de l'apprentissage autorégulé (i.e., Winne, Boekaerts, Pintrich, Corno, Zimmerman) intègrent une composante émotionnelle mais ils ne la situent pas toujours aux mêmes étapes de l'apprentissage. Par exemple, pour Boekaerts (1995), c'est lors de la phase préparatoire que cette composante est étudiée, au moment où s'opère une évaluation de la situation et que le sujet définit si la tâche est stimulante ou menaçante. Pour Zimmerman (1990), cette composante n'apparaît qu'à la phase d'évaluation par le biais de la satisfaction perçue des résultats de l'action. Ces émotions sont caractérisées par Pekrun (2006) comme prospectives lorsque l'évaluation de la situation et la signification personnelle qui lui est conférée provoquent des émotions avant le début de l'activité et rétrospectives lorsqu'elles interviennent à l'issue de l'activité.

Dans le modèle de l'*adaptable learning* de Boekaerts (1992), les stratégies de régulation de l'émotion occupent également une place centrale. Pour l'auteure, l'expérience répétée d'émotions négatives serait incompatible avec la poursuite d'un apprentissage efficace, tant celles-ci exerceraient une influence défavorable sur les processus de traitement de l'information. Parmi elles, l'anxiété est mise en avant car elle perturberait le traitement de l'information par l'intrusion de pensées parasitant le choix des stratégies cognitives. La manifestation de l'anxiété face à la tâche ou aux exigences définies par la situation est un élément largement étudié dans la littérature. Les effets négatifs de l'anxiété aux tests académiques sont généralement expliqués par l'emploi de

stratégies cognitives inefficaces ainsi que par un manque d'attention provoquant de faibles performances en situation d'évaluation (Nöel, 1997).

2. Les modèles de l'autorégulation

Les modèles de l'autorégulation sont relativement nombreux et certaines méta-analyses (e.g., Puustinen & Pulkkinen, 2001) facilitent la caractérisation de chacun d'eux, dans leurs regroupements comme dans leurs divergences. Le champ de la psychologie sociale et développementale, et notamment la théorie de l'autorégulation développée par Carver et Scheier (1998, 1999), permet un éclairage sur le caractère dynamique et circulaire de l'autorégulation. Prenant appui sur la cybernétique, le modèle explique la régulation des conduites en se focalisant sur le rôle des rétroactions. Malgré les limites qui peuvent être adressées à la régulation cybernétique⁹ pour son caractère trop systématique et réducteur en donnant la priorité aux procédures (Vial, 1997), cette modélisation autorise néanmoins une première exploration des phénomènes complexes qui sont l'objet de cette étude. Nous présentons en détail la modélisation des boucles de feedback développée par ces auteurs car elle nous semble constituer une base solide pour l'identification des principaux processus en jeu lors de l'autorégulation.

2.1. La théorie du contrôle

Carver et Scheier (1998, 1999) ont développé une théorie dite « du contrôle » dont l'objectif est d'expliquer la régulation des conduites, aussi bien inconscientes (ou automatisées), que conscientes. Ils proposent un modèle dans lequel les processus d'autorégulation sont interconnectés hiérarchiquement dans un système unique (Figure 4). Ce modèle s'articule autour d'une fonction d'entrée, une valeur de référence, un comparateur et une fonction de sortie. La fonction d'entrée est prise en charge par le comparateur qui va déterminer le degré de correspondance avec la valeur de référence. La fonction de sortie, qui correspond au comportement ou à l'action, va produire un effet sur l'environnement qui introduira à son tour une nouvelle information.

⁹ Vial (1997) oppose la régulation cybernétique qui, au service de l'auto-contrôle, prend une fonction de « régularisation », à la régulation systémiste, ouverte sur l'environnement, qui privilégie la recherche du sens. Pour l'auteur, « la régulation conçue dans la cybernétique met les enseignants comme les élèves dans un sens donné, un sens inscrit quelque part dans un grand registre, qu'on l'appelle le texte officiel, le programme, le référentiel, la discipline, la didactique... [...] Alors que la régulation conçue dans le systémisme, privilégie la recherche du sens, le sens cherché » (p56).

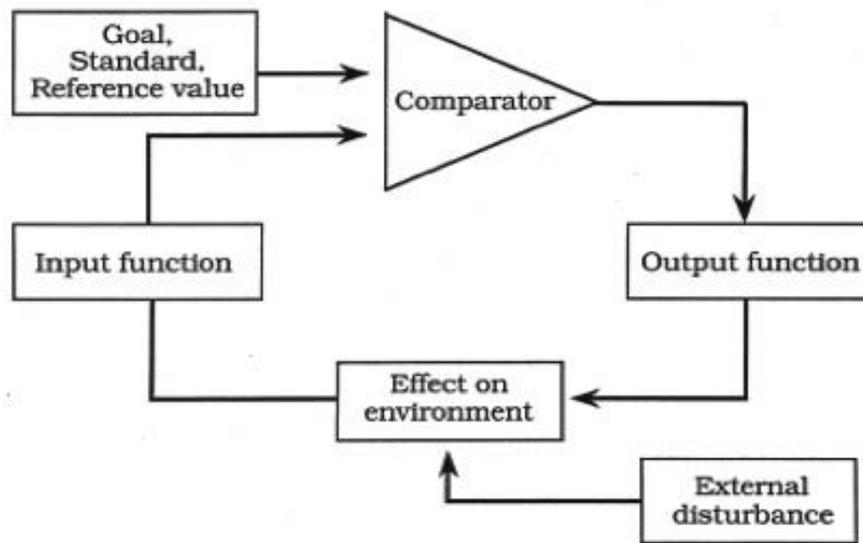


Figure 4. Représentation schématique de la boucle de feedback d'après Carver et Scheier (1999)

Cette modélisation montre que la régulation des conduites s'opère à partir des comparaisons entre un but à atteindre (i.e., standard, valeur de référence) et le résultat des actions mises en place pour l'atteindre. Les informations rétroactives, ou feedback, agissent au sein d'un mécanisme en boucle et influencent les ajustements apportés pour réduire l'écart au but.

La conceptualisation qui nous intéresse tout particulièrement se situe au niveau des évaluations de l'état actuel des sujets en fonction des retours qu'ils interprètent de leur environnement. Concrètement, Carver et Scheier (1999, 2004, 2005) expliquent que les sujets, avant de se mettre en action, évaluent où ils en sont par rapport au but à atteindre. A partir de l'évaluation de cet écart, les sujets vont mettre en place des actions qui exerceront des effets sur l'environnement. Ces effets sur l'environnement, qui vont prendre le rôle de feedback, sont indispensables à la régulation du sujet car ce sont eux qui fournissent des informations sur l'écart au but, sur l'efficacité de leurs actions et ce qu'il leur reste à parcourir. Chaque information reçue (i.e., *input function*) donnera suite à une nouvelle évaluation et à une nouvelle action jusqu'à l'atteinte (ou l'abandon) du but. L'évaluation que réalise le sujet pour réaliser une tâche donnée est donc indispensable à sa mise en action. Lorsque le sujet se trouve face à une tâche à accomplir, sa conduite sera guidée par différentes questions : quel est mon but ? Quel est mon état actuel ? (où est-ce que j'en suis ?) Quelles actions vais-je devoir mettre en œuvre pour atteindre mon but ? Comment est-ce que je peux avoir des retours ?

Carver & Scheier (1998) précisent également que l'évaluation des chances de succès et la confiance dans les actions mises en place pour réduire l'écart vont être déterminantes dans la persistance à l'exécution d'une tâche et l'effort fourni. En effet, si le sujet n'a pas confiance dans les actions qu'il accomplit, il se déconcentre, voire se désengage de la tâche. En revanche, si les évaluations des chances de succès sont bonnes et que le sujet a confiance dans les stratégies qu'il emploie pour réduire l'écart et parvenir ainsi au but visé, il continuera d'agir en direction du but et la boucle se répétera. La question de la persistance *versus* l'abandon dans l'exécution d'une tâche est illustrée dans la schématisation ci-dessous (Figure 5) :

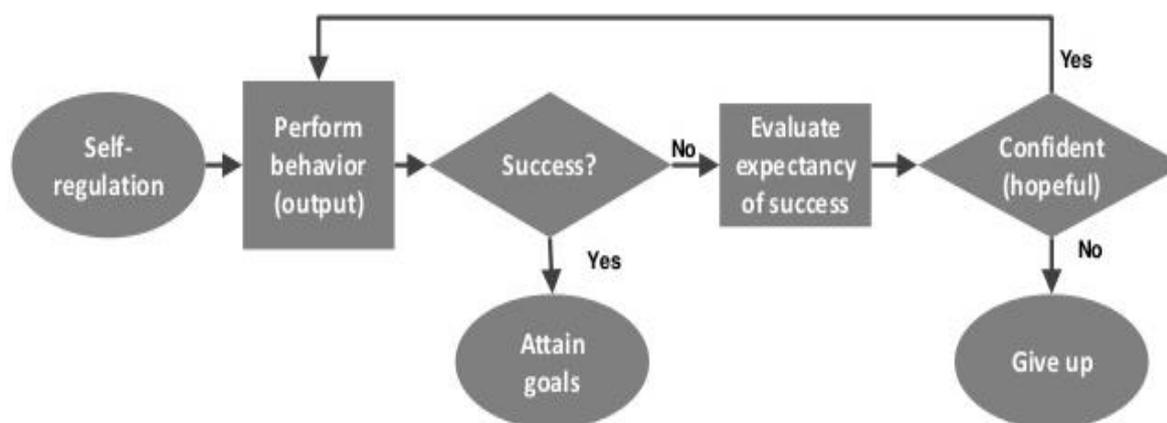


Figure 5. La persistance *versus* l'abandon dans l'exécution d'une tâche (Carver & Scheier, 1998)

Si nous transposons ces fondements théoriques aux situations d'apprentissage en classe, et que nous élargissons le cadre cybernétique, algorithmique de référence, en associant l'élève dans son individualité, ce modèle participe à la compréhension des conduites des élèves lorsqu'ils sont placés en situation de résolution de problème. En effet, l'étude de l'autorégulation en contexte scolaire rejoint, à certains égards les préceptes de cette modélisation quant à la notion « d'écart » entre un niveau de performance atteint par l'élève et un niveau de performance désiré qu'il s'agit de combler (e.g., Clark, 2012 ; Sadler, 1989 ; Shepard, 2009). Nous retrouvons par exemple chez Pintrich (2000) l'importance de cette perception d'écart par l'élève lorsqu'il explique que l'apprenant a des buts, des critères ou des standards à partir desquels il effectue des comparaisons qui lui permettent d'évaluer si le processus d'apprentissage en cours nécessite ou non des changements ou des ajustements. La question de la persistance dans la tâche, étroitement liée à l'évaluation de cet écart par les sujets, présente ainsi un intérêt pour les théories

motivacionnelles. Par exemple, Famose (2007) s'appuie sur cette théorie du contrôle qui, appliquée à l'éducation physique et sportive, présenterait une approche actuelle de la motivation en vue « d'intégrer les principaux construits mis en évidence par les différentes théories partielles » (p.20). Laveault (2007) s'appuie quant à lui sur cette modélisation en arguant l'intérêt d'invoquer les théories psychologiques récentes pour l'étude des processus en jeu dans l'autoévaluation des apprentissages.

L'intérêt du modèle cybernétique, et plus spécifiquement des boucles de rétroaction, est réaffirmé par Vohs et Baumeister (2004) pour comprendre comment les individus *monitorent* leurs états par rapport aux buts ou autres standards. La question des buts poursuivis par les individus recouvre un large champ de recherche en lien avec la régulation des comportements, nous le présentons succinctement dans la section suivante.

2.2. La théorie des buts

Une des conditions essentielles au fonctionnement de l'autorégulation passe par l'acquisition des buts de l'apprentissage (Boekaerts, 2002 ; Carver & Scheier, 1990, 1998). La théorie de la fixation des buts (*Goal Setting Theory*) proposée par Locke et Latham (1990) met en exergue le fait que l'adoption de buts à la fois difficiles, spécifiques et réalistes, exerce un effet positif sur les performances des élèves.

D'abord, ces auteurs montrent une relation linéaire entre la difficulté du but et la performance : plus le but personnel de l'élève (car quelle que soit la façon dont ce but est fixé, l'élève peut choisir de le rejeter ou de le modifier) sera élevé (mais néanmoins réaliste et atteignable), plus la performance qui en découle sera elle-même élevée. Cela s'explique notamment par la quantité d'efforts nécessaires à mettre en œuvre pour atteindre un standard haut, condition nécessaire à tout apprentissage. En effet, l'individu est globalement stimulé par la recherche d'un accomplissement. A travers le challenge, celui-ci aura le sentiment de développer son expertise ce qui aura pour effet de renforcer sa motivation. Le but ne devant être trop ambitieux pour ne pas mener au découragement, l'enjeu réside alors dans la fixation d'un niveau de complexité juste.

Ensuite, la spécificité des buts que se fixent les apprenants est susceptible d'améliorer la performance par une meilleure anticipation de la quantité d'efforts nécessaires pour les atteindre. Cette spécification des buts favorise les autoévaluations des capacités. De fait, des objectifs clairs conduiront à une meilleure performance que des objectifs vagues.

Enfin, des buts proximaux (Latham & Locke, 2007), c'est-à-dire rapprochés dans le temps, conduisent les apprenants à un plus grand engagement pour les atteindre que des buts éloignés temporellement. Des buts distants rendent en effet complexe l'appréciation des progrès réalisés. Il est alors difficile de maintenir une motivation pour atteindre ces buts et obtenir des retours clairs sur ses capacités. Les auteurs soulignent dans ce cadre l'importance d'un feedback régulier et adapté pour maintenir les efforts et la motivation dans l'accomplissement d'une tâche.

Nous retiendrons que des buts motivants sont nécessaires à l'engagement de l'élève pour atteindre l'objectif visé, et que celui-ci sera d'autant plus engagé qu'il aura participé à le fixer et qu'il en percevra la pertinence. Nous nous intéressons maintenant aux recherches ayant tenté de catégoriser les régulations dysfonctionnelles.

2.3. Les régulations dysfonctionnelles

La majorité des travaux se concentrent sur les aspects fonctionnels de l'autorégulation. Or, comprendre comment et pourquoi l'autorégulation échoue apparaît tout aussi important pour déterminer les conditions de son efficacité (Baumeister, Heatherton, & Tice, 1994). Laveault (2007) propose une mise en parallèle du modèle de Carver et Scheier avec celui de Baumeister et al. (1994). Il reconnaît que le modèle de Carver et Scheier comporte de nombreuses similarités avec le modèle développé par Baumeister et al. (1994) mais précise que ce dernier permet d'aller plus loin en décrivant les aspects dysfonctionnels de la régulation. En effet, Baumeister et al. (1994) montrent qu'il peut y avoir trop ou pas assez de régulations. Les auteurs catégorisent alors les aspects dysfonctionnels de la régulation en trois catégories :

- a) les régulations insuffisantes, ou *underregulation*, qui se révèlent dans l'incapacité d'exercer un contrôle sur soi ;
- b) les régulations fautives, ou *misregulation*, qui correspondent à l'incapacité du sujet à exercer un contrôle lui permettant d'atteindre les résultats souhaités¹⁰ ;
- c) les régulations excessives, ou *overregulation*, qui sont définies par l'exercice d'un contrôle excessif en vue d'atteindre un but.

¹⁰ Cette catégorie est renommée par Mottier Lopez (2012) en tant que « régulations inadaptées » en raison de sa connotation potentiellement morale.

D'après Laveault (2007), comprendre autant les obstacles de l'autorégulation que les conditions de son efficacité constitue un véritable enjeu du point de vue de l'enseignement et de la formation. C'est dans cette visée, et en s'appuyant sur la catégorisation de Baumeister et al. (1994), qu'il propose une description des obstacles à la régulation au regard de trois composantes. La caractérisation de ces composantes permet, selon l'auteur, de préciser le réglage adaptatif nécessaire à une régulation réussie :

- les objectifs (e.g., manque de standard clairs, objectifs trop distants, trop rigides, pas assez spécifiques, non reliés à des objectifs plus élevés) ;
- le feedback (e.g., ne suscite pas l'intérêt, provoque l'évitement, n'est pas considéré, porte sur la compétence plutôt que sur l'accomplissement autonome de la tâche) ;
- l'action (e.g., interruption de l'action, stress lié à l'exécution de la tâche, persistance mal inspirée, absence de plan de mise en œuvre).

2.4. Synthèse sur les modèles de l'autorégulation

Selon McMillan (2010), métacognition et autorégulation sont similaires mais la seconde est clairement proactive par le fait que les élèves sont encouragés à devenir responsables de leurs apprentissages et à reconnaître qu'ils ont les compétences pour tenir un rôle actif dans le contrôle et l'évaluation de leur performance. Pour Cosnefroy (2011), le passage du paradigme de la métacognition à celui de l'apprentissage autorégulé a donc pour effet de redéfinir de façon plus large l'acquisition des stratégies des élèves.

Nous avons exposé plusieurs définitions de l'autorégulation des apprentissages développées dans la littérature, nous retiendrons celle formulée par Laveault (2007) car elle synthétise les différents aspects que nous venons d'exposer. Pour l'auteur, l'autorégulation des apprentissages peut se définir en tant qu' « aptitude de l'élève à prendre en charge ses processus cognitifs et motivationnels pour atteindre ses objectifs » (p.207). Cette définition intègre les dimensions cognitives et motivationnelles et insiste sur la participation active des élèves dans leurs propres processus d'apprentissage. Nous avons aussi mis en exergue l'importance de « médiateurs » pour favoriser le passage de mécanismes d'hétérorégulation à des mécanismes d'autorégulation. La verbalisation de l'action semble constituer un levier pour accéder aux mécanismes cognitifs en cours d'exécution et leur développement, mais elle doit être incitée avec précaution selon le

degré d'atteinte du but. Un champ de recherche important autour de la prise de conscience et de la verbalisation des processus d'apprentissage a pu être mis en évidence.

Nous avons développé notre ancrage théorique autour du modèle de l'autorégulation de Carver et Scheier (1998, 1999) nous permettant d'appréhender, dans une perspective globale, la régulation des conduites. Nous avons présenté l'importance des buts dans le processus d'autorégulation ainsi qu'une catégorisation des obstacles et dysfonctionnements de la régulation. L'ensemble de ces travaux nous conduit à interroger les méthodes et outils de mesure de ces processus. Au vu de la pluralité des indicateurs et des méthodologies existantes, la question de l'évaluation des processus d'autorégulation se doit d'être posée. Quelques synthèses ont tenté de les catégoriser selon différents critères, nous les détaillons dans la section suivante.

3. Les méthodes d'analyse de l'autorégulation

La difficulté de trouver des mesures appropriées de la métacognition et de l'autorégulation est affirmée par plusieurs auteurs (e.g., Focant, 2007 ; Mariné & Huet, 1998 ; Schraw et al., 1995 ; Veenman et al., 2006). Comme nous l'avons déjà précisé, la métamémoire a été le domaine le plus largement étudié. Ces recherches ont conduit certains auteurs à souligner de façon critique les problèmes méthodologiques de ces recherches et de leur évaluation. D'autre part, la pluralité des méthodes existantes, différentes selon le composant métacognitif étudié, rend toute comparaison des résultats difficile.

L'objectif de cette partie va être de recenser les différentes techniques utilisées par les chercheurs pour accéder aux processus métacognitifs et tenter de recueillir des données relatives aux mécanismes d'autorégulation. Nous ne pouvons présenter l'ensemble de ces techniques du fait de leur affluence, nous proposons en revanche de décrire les principales développées dans des situations de classe ordinaire. La première section exposera la classification des mesures développée par Focant (2007) qui propose une typologie en fonction du mode d'administration de la mesure. La seconde section présentera celle de Mariné et Huet (1998) qui répertorie les mesures en fonction du caractère dépendant ou indépendant de la tâche. Enfin, une dernière section présentera la classification de l'évaluation des connaissances métacognitives développée par Veenman (2012) qui distingue les méthodes en fonction de leur temporalité (i.e., avant, pendant ou après une performance).

3.1. Classification des mesures en fonction du mode d'administration (Focant, 2007)

Focant (2007) propose de classer les mesures de l'autorégulation en fonction du mode d'administration de la mesure. Dans cette perspective, il distingue les mesures auto-rapportées des mesures comportementales et indicielles. Chacune d'elles se définit par un ensemble d'outils que nous allons présenter.

3.1.1. Les mesures rapportées et auto-rapportées

Les études portant sur les processus d'autorégulation des apprentissages ont développé des mesures rapportées par les élèves, dites auto-rapportées, ou rapportées par les enseignants¹¹ (Bouffard & Vezeau, 1998). Les méthodes les plus couramment utilisées de ces mesures auto-rapportées sont les questionnaires et les entrevues.

Le questionnaire présente certains avantages relatifs à sa facilité d'élaboration, de passation et de traduction en score. Les plus célèbres sont le MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) développé par Pintrich et ses collaborateurs (Patrick, Ryan, & Pintrich, 1999 ; Pintrich & de Groot, 1990) et le LASSI (Learning and Study Strategies Inventory) de Weinstein, Schultz et Palmer (1987). Cette méthodologie consiste à mettre l'élève dans une situation de résolution de problèmes et à l'interroger sur les processus utilisés. Il est aussi parfois demandé à l'élève de se positionner sur une échelle de Lickert. La critique fréquemment adressée à cette méthode tient au fait que les données recueillies par questionnaires renvoient à la mémoire de l'élève sur les processus utilisés et à leur interprétation (Winne & Perry, 2000). En revanche, l'avantage qui lui est reconnu tient au fait que ces mesures permettent de collecter des informations importantes sur les comportements qui ne sont pas observables, voire inaccessibles autrement.

Les entrevues sont une autre catégorie de mesures auto-rapportées qui consistent à demander à l'élève de décrire le comportement qu'il adopterait (comportement typique) dans une situation particulière (circonstances spécifiques) (i.e., Winne & Perry, 2000). C'est donc un comportement projeté dans un contexte précisé. L'analyse des protocoles verbaux permet de coder les réponses à partir d'une grille préétablie. Une des mesures probablement la plus connue de ce type d'entrevue est le SRLIS (Self-Regulated Learning

¹¹ Nous ne développerons pas les mesures rapportées par les enseignants, assimilables à des évaluations et relatives à la perception des enseignants sur les processus mobilisés par leurs élèves. Ces dernières sont peu utilisées car perçues comme non fiables (Winne & Perry, 2000).

Interview Schedule) élaborée par Zimmerman et Martinez-Pons (1986, 1988). Avec une méthode d'analyse proche de l'entrevue, les protocoles de « pensée à haute voix » (*Thinking aloud*) ont été développés dans une étude réalisée par Brown, Bransford, Ferrara et Campione (1983). Cette méthode consiste à demander à l'élève de décrire ses pensées et processus cognitifs au moment même où il réalise une tâche. Brown et al. (1983) proposent une catégorisation intéressante de ces différentes méthodes de recueil de données en fonction du moment du rappel, ils distinguent ainsi trois types de protocoles :

- les protocoles concurrents : ces protocoles interviennent en cours d'exécution de la tâche et consistent à demander aux élèves de penser à haute voix ;
- les protocoles rétrospectifs : mis en place après la réalisation de la tâche, ils consistent à lui faire raconter ses processus en se souvenant d'un épisode passé ;
- les protocoles prospectifs : ils correspondent à la projection future. Il s'agit de demander à l'élève comment il agirait dans une situation particulière.

Les mesures auto-rapportées présentent des avantages tant pour la passation que l'analyse. Elles permettent de comprendre comment l'élève se représente et perçoit sa propre régulation (i.e., retour sur soi et prise de conscience). Toutefois plusieurs critiques leur sont adressées. D'abord, par le fait que la mise en œuvre de processus puisse être menée de façon non consciente, le rappel des processus en jeu risque d'être partiel (ou sinon d'influencer la réalisation de la tâche). Ensuite, le rappel et la verbalisation *a posteriori* (i.e., protocole rétrospectif) sont une reconstruction faite par l'élève. Le problème de la fidélité sur ce qui s'est réellement passé dans l'action se pose. Un croisement des données serait alors pertinent afin de saisir de façon plus fiable ce qui est véritablement mis en œuvre. La mixité des mesures serait en effet susceptible de fournir une meilleure évaluation de l'adéquation entre ce que l'élève dit et fait.

3.1.2. *Les mesures comportementales et indicielles*

Les mesures comportementales (dites directes ou *on-line*) ont été privilégiées par certains chercheurs dans le but de pallier les limites énoncées ci-dessus, notamment celles qui sont liées à la conscience des processus régulateurs par les sujets (i.e., Brown et al., 1983 ; Bouffard & Vezeau, 1998). Les mesures comportementales s'appuient sur l'observation directe des actions des élèves et peuvent être complétées par des mesures dites indicielles (Bouffard & Vezeau, 1998 ; Winne & Perry, 2000). L'étude de Bouffard et Bordeleau

(1997), par exemple, a été menée de manière à soumettre individuellement une tâche (compréhension de texte et résolution de problèmes mathématiques) sur support informatique afin d'enregistrer automatiquement, à l'aide d'un logiciel, les comportements d'autorégulation en cours de réalisation. Les mesures retenues dans ce cadre sont diverses : mesures du temps (e.g., lecture, écriture, révisions, pauses), mouvements réalisés (e.g., fixation oculaire, comportement général) et utilisation de supports divers (e.g., dictionnaire, horloge). L'étude menée par Focant (2004) s'inscrit dans cette même démarche en procédant par enregistrement à l'aide d'un logiciel des temps de recherche, de retours à l'énoncé, des ordres de passage sur les différentes étapes, etc.

Parmi les mesures d'observation directe, on relève également des analyses de productions, ou ce que Winne et Perry (2000) appellent *méthodologie des traces*. Ces mesures, utilisées pour mesurer les processus impliqués dans l'autorégulation des apprentissages, consiste à analyser les diverses traces écrites laissées par les sujets pendant qu'ils réalisent une activité (e.g., corrections, surlignage, schémas, notes dans la marge).

Les mesures indicielles se basent pour leur part sur des inférences à partir de comportements observables. Focant (2007) précise que les indicateurs afférents sont nombreux et diffèrent selon les études. Les principaux sont :

- *Le degré de certitude*. Cet indicateur est recueilli par un questionnement immédiat auprès de l'élève après la réalisation de sa tâche et destiné à déterminer le jugement porté sur l'exactitude de ses réponses. Cette mesure est effectuée par l'élève à l'aide d'une échelle de Likert puis le score est ensuite confronté à sa performance réelle.
- *La précision de l'auto-évaluation*. C'est un indice plus général du degré de certitude qui consiste à demander après coup à l'apprenant en combien d'items il pense avoir réussi le problème qui lui était posé. Vezeau et al. (1997) utilisent cette mesure en la soustrayant de l'évaluation réelle. Cette mesure a toutefois été critiquée au vu du poids exercé par l'estime de soi dans cette évaluation¹².
- *La détection spontanée d'erreurs* ou *l'attention sélective aux éléments importants* pour organiser son travail ont été étudiés (Brown et al., 1983). L'ensemble constitue des

¹² Focant classe ces deux premiers indicateurs (degré de certitude et précision de l'autoévaluation) dans la catégorie des mesures indicielles. Pour notre part, nous considérons qu'il s'agit de mesure auto-rapportées.

indices d'autorégulation mais tous sont plus ou moins soumis à de vives critiques liées à l'influence des connaissances disciplinaires du sujet.

- *La persévérance à la tâche.* Vezeau et al. (1997) mesurent cet indicateur en reportant le temps de travail utilisé (i.e., temps supplémentaire ou réglementaire) ainsi que le nombre de fois où un élève retravaille un problème déjà résolu.
- *Mesures de performance.* Celles-ci, esquissées par Focant (2004), portent sur les variables de détermination du but, de planification et de contrôle. Elles consistent à présenter des énoncés de problèmes individuellement à des élèves puis à poser un ensemble de questions permettant de mesurer ces variables et d'obtenir un score de détermination du but. Le contrôle des connaissances disciplinaires doit cependant être très strict afin que le score renvoie effectivement à la stratégie mesurée et non pas à la performance générale dans le domaine.

La classification développée par Focant (2007) montre qu'aucune de ces mesures n'apparaît plus fiable et définitive qu'une autre. En effet, les critiques adressées aux mesures auto-rapportées sont liées au caractère « non cognitivement pénétrable » de l'utilisation des stratégies d'autorégulation et les mesures comportementales portent en elles la difficulté d'accéder à l'ensemble des processus essentiellement mentaux. Nous présentons dans la section suivante une autre méthode de classification des mesures en fonction de leur caractère dépendant ou non des contenus (Mariné & Huet, 1998).

3.2. Classification des mesures en fonction du caractère dépendant ou indépendant de la tâche (Mariné & Huet, 1998)

La synthèse présentée par Mariné et Huet (1998) sur les différentes mesures d'évaluation de la métacognition se révèle particulièrement intéressante pour notre recherche qui vise à considérer les processus d'autorégulation en relation avec la tâche effectuée (i.e, ESFI). Les auteures distinguent les mesures dépendantes, pour lesquelles les données sont recueillies en relation avec la réalisation d'une tâche particulière, des mesures indépendantes qui se caractérisent par un recueil de données indépendamment de la réalisation effective d'une ou de plusieurs tâches.

3.2.1. Les mesures indépendantes de l'exécution des tâches

Le recueil de données relatif aux mesures indépendantes consiste à faire produire au sujet des réponses en référence à des tâches hypothétiques ou à des tâches déjà expérimentées

ultérieurement. Les outils utilisés par ces mesures se distinguent selon leur caractère verbal ou non des réponses données. Trois techniques peuvent être ainsi distinguées :

- les techniques verbales en référence à des tâches hypothétiques. Il s'agit du questionnaire à choix de réponses et de l'entretien dirigé.
- les techniques verbales sur la base d'un support concret. Utilisées pour limiter les problèmes liés aux situations fictives que rencontre l'entretien dirigé, elles consistent à utiliser des supports qui spécifient la situation et réduisent la complexité de la tâche.
- les techniques regroupant des outils à base d'expression non-verbale, caractérisées par des comparaisons d'images. Elles permettent de supprimer les problèmes d'habiletés langagières.

Les mesures indépendantes sont considérées comme étant à l'origine de l'exploration des variables métacognitives (Huet & Mariné, 1997). Elles sont principalement utilisées pour évaluer les connaissances et les croyances que l'individu a sur sa cognition. Une précaution apparaît indispensable sur la tâche proposée aux sujets destinée à évaluer les mécanismes d'autorégulation. En effet, la question se pose de savoir si la tâche est propice ou non à la mise en œuvre de connaissances et stratégies métacognitives. En outre, si la tâche est jugée trop facile par le sujet il n'est pas nécessaire de mobiliser du savoir métacognitif et, *à contrario*, si elle est jugée trop difficile sa réalisation efficace dépassera le savoir métacognitif possédé par le sujet.

3.2.2. *Les mesures dépendantes de l'exécution des tâches*

Les critiques adressées aux mesures indépendantes, pour lesquelles les données réfèrent à des tâches hypothétiques ou antérieures, ont conduit les chercheurs à s'intéresser à la métacognition « en action » et aux activités métacognitives. Les mesures dépendantes visent un recueil de données lié à la réalisation d'une tâche spécifique. Les comportements verbaux ou non-verbaux des individus sont recueillis sur la base d'une tâche que les individus sont en train de réaliser, vont réaliser, ou viennent de réaliser.

De la même façon que pour les mesures indépendantes, plusieurs techniques se distinguent selon le caractère verbal ou non des données recueillies. Pour les mesures verbales, une consigne ou des questions sont proposées aux sujets afin de solliciter leur expression. Le moment d'occurrence de l'expression verbale est distingué selon que les verbalisations sont simultanées, prospectives ou rétrospectives. Pour les données non-

verbales, c'est sur l'activité déployée spontanément par le sujet sur des tâches préalablement construites par le chercheur, que le recueil de données se réalise. Ces techniques peuvent également se distinguer en fonction de la nature des processus métacognitifs étudiés. Dans les activités métacognitives, on relève couramment des processus d'autocontrôle (ou *monitoring*), qui permettent d'obtenir des informations sur l'état momentané du système cognitif ainsi que sur l'atteinte des buts, et des processus d'autorégulation qui organisent l'activité cognitive (e.g., planification, modifications, retours, mise en suspens, arrêts).

Les techniques de mesures de l'autocontrôle visent à inférer les processus qui interviennent lorsque les individus réalisent des jugements sur l'activité qu'ils sont en train de réaliser ainsi que sur leur performance. Dans ce cadre, sont distingués l'autocontrôle prospectif (i.e., jugement d'évaluation réalisé par le sujet sur une performance ou une réponse future) de l'autocontrôle rétrospectif (i.e., évaluation d'une performance ou réponse antérieure) (Nelson & Narens, 1994).

Les techniques de mesures de l'autorégulation visent à inférer les processus qui organisent l'activité cognitive (e.g., planification, régulation, sélections et changement de stratégies, vérifications, utilisation de ressources). De la même manière, les données peuvent être verbales ou non verbales. Lorsqu'elles sont verbales, le recueil peut se faire en cours de réalisation de la tâche par le sujet, ces verbalisations sont dites simultanées, ou après sa réalisation, elles sont dites rétrospectives. Les techniques de verbalisations simultanées renvoient à la technique du « *penser à haute voix* » en même temps que la tâche est réalisée (Bouffard & Pinard, 1988). Néanmoins, des précautions sont à prendre quant au contrôle des habilités verbales initiales des sujets. Ces techniques de verbalisation simultanées sont très proches de celles utilisées pour l'étude de la cognition, ce qui complexifie encore une fois la distinction entre ce qui relève des processus cognitifs et des processus métacognitifs.

Les techniques non-verbales consistent à recueillir des comportements que le sujet met en œuvre de façon spontanée pour réguler son activité en cours (Kluwe, 1987). Les verbalisations simultanées peuvent compléter ces données. Ces mesures permettent d'appréhender des processus métacognitifs qui ne sont pas toujours verbalisables par le sujet. Ce couplage des données offre donc une plus grande fiabilité des processus recensés

dans la mesure où les sujets ont tendance à faire plus que ce qu'ils disent avoir fait (Brown, 1978).

Pour résumer sur les mesures dépendantes, nous retiendrons que leur objectif est d'évaluer le savoir métacognitif qu'un individu mobilise pour contrôler et réguler son activité cognitive. Cette évaluation peut être réalisée avant et pendant l'exécution d'une tâche. Toutefois, la comparaison de résultats apparaît difficile du fait de la diversité des procédures de recueil de données et des tâches assignées aux sujets. En outre, il est indispensable de considérer l'influence de la nature de la tâche sur l'efficacité des processus métacognitifs mobilisés. Mariné et Huet (1998) pointent que les techniques de mesures de l'autocontrôle font, pour la plupart, appel à des tâches de laboratoire alors que les mesures de l'autorégulation utilisent davantage des tâches proches de situations écologiques, telles que l'apprentissage de contenu scolaire, la résolution de problèmes mathématiques en classe etc. Tandis que les premières permettent d'employer des procédures expérimentales et des critères standardisés de mesures, les secondes permettent l'élaboration d'un répertoire de comportements d'autorégulation.

3.3. Synthèse des classifications de Focant (2007) et de Mariné et Huet (1998)

Deux façons de recenser les mesures de l'autorégulation ont été présentées ; selon le mode d'administration de la mesure et selon le caractère dépendant ou indépendant de la tâche. Afin d'en faciliter leur appropriation, deux tableaux récapitulatifs (Tableau 3 et Tableau 4) de chacune des classifications sont proposés.

Tableau 3. Classification des mesures de l'autorégulation selon Focant (2007)

Méthodologies	Outils	Protocoles	Exemples d'Indicateurs
Rapportées/ auto- rapportées	Questionnaire (ex. MSLQ, LASSI etc.)	Questions sur les processus utilisés en cours de résolution de problèmes	- Degrés de certitude, - Précision de l'autoévaluation - Détection spontanée d'erreurs ou attention sélective - Persévérance
	Entrevue/ pensée à haute voix	Analyse des protocoles verbaux (ex. SRLIS)	
Comportemen- tales/ indicielles	Observation directe (<i>on line</i>), ou via support informatique	Enregistrement automatique des temps, mouvements, supports etc.	
	Analyses des traces écrites	Analyse des corrections, notes, soulignements etc.	

Tableau 4. Classification des mesures de l'autorégulation selon Mariné et Huet (1998)

Mesures	Techniques		Outils / procédures	Exemples d'indicateurs
Indépendantes	Techniques verbales		Questionnaire Entretien dirigé	- Degré de certitude ou de confiance, - Jugement d'efficacité, etc. Atteinte ou non des buts fixés - Planification, - Modification, - Retours, arrêts etc.
	Techniques non-verbales		Ex. comparaison d'images	
Dépendantes	Techniques verbales		Consignes/ questions pour solliciter l'expression	
	Techniques non-verbales		Analyse de l'activité spontanée des sujets sur des tâches construites	
	Autocontrôle (<i>monitoring</i>)		Analyse des jugements portés sur l'activité	
	Auto-régulation (<i>control</i>)	Technique verbale	Analyse des verbalisations simultanées ou rétrospectives	
Technique non-verbale		Analyse des Comportements		

Nous terminons par la catégorisation de l'évaluation des connaissances métacognitives développée par Veenman (2012) qui propose de distinguer les méthodes en fonction de leur temporalité.

3.4. L'évaluation des connaissances métacognitives selon Veenman (2012)

La classification de Veenman (2012) permet d'élargir la conceptualisation des mesures que nous venons de présenter en fonction du moment où celles-ci sont administrées. Les critiques adressées par l'auteur pour chacune de ces mesures sont par ailleurs particulièrement pertinentes pour notre recherche. En effet, Veenman s'attache à rappeler que certaines mesures posent d'importants problèmes de validité. L'auteur explique que les connaissances métacognitives sont généralement évaluées au moyen de questionnaires, administrés prospectivement ou rétrospectivement, ou par l'intermédiaire d'entrevues. Selon lui, ces mesures sont problématiques car, en dépit du risque de provoquer des réponses socialement désirables, les réponses aux questionnaires ou les explications données au cours d'une entrevue ne reflètent pas nécessairement la connaissance effectivement utilisée pendant l'exécution d'une tâche.

Veenman (2012) distingue en deux catégories les méthodes d'évaluation des compétences métacognitives en fonction du moment de leur administration. Ces deux méthodes sont nommées *on-line* et *off-line*.

- Les méthodes *on-line* renvoient aux évaluations réalisées pendant l'exécution d'une tâche, telles que l'observation, le « penser à haute voix », ou les comportements tels que l'enregistrement informatique d'un fichier.
- Les méthodes *off-line* se rapportent à des questionnaires et/ou entrevues qui sont administrés prospectivement ou rétrospectivement. Les questions qui y sont liées renseignent sur l'utilisation et la fréquence des stratégies d'un apprenant et ses compétences d'application.

La différence essentielle entre ces deux méthodes tient au fait que les mesures *off-line* s'appuient sur des données auto-déclarées par l'apprenant, alors que les mesures *on-line* sont obtenues par des « juges » (i.e., évaluateurs) externes au processus d'apprentissage. Pour l'auteur, les mesures *off-line* souffrent d'importants problèmes de validité. Il semblerait, en effet, que les individus ne font pas ce qu'ils disent qu'ils vont faire, mais aussi qu'ils ne se souviennent pas précisément ce qu'ils ont fait (Veenman 2011). C'est pour ces raisons que les méthodes *on-line* devraient, selon Veenman (2012), être préférées aux méthodes *off-line* lors de l'évaluation des compétences métacognitives.

3.5. Conclusion sur les mesures

Selon l'objectif d'analyse défini par le chercheur, le choix de la technique d'évaluation la plus appropriée doit être interrogé ; les mesures indépendantes seront privilégiées pour explorer le savoir métacognitif des sujets dans une perspective développementale ou comparative. Les mesures dépendantes, quant à elles, seront préférées si l'objectif est d'observer les processus d'autocontrôle et d'autorégulation des sujets en manipulant les exigences d'exécution d'une même tâche. La plupart des recherches menées dans cette perspective procèdent soit par un recueil de témoignages durant l'exécution d'une tâche par un sujet, soit par questionnaires introspectifs qui permettent de suivre l'activité cognitive des sujets au fur et à mesure de leur exécution. En outre, les méthodologies auto-rapportées présupposent que les mécanismes autorégulateurs sont conscients ou, au moins, conscientisables. Or, la question de la conscience de ces processus lorsque les sujets les mettent en œuvre divise encore fortement les auteurs (Boekaerts, 1997 ; Zimmerman &

Martinez-Pons, 1992). Les méthodologies divergent selon que les chercheurs conçoivent les processus comme étant automatiques (du fait que les mécanismes d'autorégulation apparaissent très tôt chez les enfants) et ceux qui pensent qu'une prise de conscience est nécessaire. Pour Focant (2007) la réponse est sûrement située entre ces deux extrêmes. L'emploi des stratégies d'autorégulation pourrait en effet être mené consciemment et volontairement mais également de manière automatique et inconsciente (Winne, 1996).

En définitive, même si nous ne pouvons prétendre décrire l'intégralité des méthodes possibles d'évaluation des stratégies d'autorégulation et de leurs indicateurs, nous avons néanmoins cherché à en décrire les principaux. Dans l'état actuel des recherches, les mesures d'autorégulation des apprentissages et les indicateurs afférents s'inscrivent dans un champ de recherche encore exploratoire. Les mesures exposées peuvent toutes être critiquées sous un angle ou sous un autre et c'est au chercheur qu'il revient de s'interroger précautionneusement sur ce qu'il tente de mesurer en fonction de ce qu'il recherche. Nous traiterons de cette question dans la partie B –Méthodologie.

4. Conclusion du chapitre III

Dans ce chapitre, nous avons défini le concept d'autorégulation puis présenté différentes méthodes pour le mesurer. Nous avons présenté les différents composants métacognitifs, ainsi que leurs fonctions, afin de clarifier ce concept. Nous avons ensuite développé le concept d'apprentissage autorégulé et décrit l'ensemble des dimensions cognitives, métacognitives, motivationnelles et affectives qu'il recouvre.

Notre ancrage théorique a considéré les apports de la psychologie sociale et développementale, à travers le modèle cybernétique de Carver et Scheier (1998, 1999). Ce modèle rend compte des différents processus à l'œuvre lors des phases de régulation du comportement ; les sujets qui agissent en direction d'un but tentent de réduire l'écart existant entre leur état actuel et le but à atteindre. En fonction de l'évaluation des chances de succès pour atteindre ce but et des retours de l'environnement, les sujets mettent en place des actions pour réduire cet écart ou au contraire se désengager de la tâche. Ce modèle des boucles de régulation apporte une base conceptuelle pour définir des indicateurs d'autorégulation. Nous avons ensuite mis en exergue l'importance de l'acquisition des buts d'apprentissage pour qu'il y ait autorégulation en nous appuyant sur la théorie des buts développée par Locke et Latham (1990). Enfin, nous avons évoqué

quelques travaux ayant tenté une catégorisation des aspects dysfonctionnels de l'autorégulation.

La deuxième partie du chapitre a été consacrée à la question des mesures des processus d'autorégulation. Tel que nous l'avons discuté, l'utilisation conjointe de plusieurs techniques apparaît pertinente dans cette perspective (i.e., utilisation d'outils permettant un recueil à la fois verbal et non-verbal, des mesures à la fois dépendantes et indépendantes des contenus, verbalisations spontanées et provoquées, variation des contenus d'évaluation etc.). Une confrontation des données issues de mesures à la fois indépendantes et dépendantes peut être intéressante en vue de déterminer les relations qu'entretiennent le savoir métacognitif et les activités d'autocontrôle et d'autorégulation. Finalement, cela revient à s'interroger sur les conditions de mise en œuvre du savoir métacognitif.

Par ailleurs, il convient de rappeler que la relation entre savoir métacognitif et contrôle exécutif ne semble pas directe, mais se voit médiatisée par des variables motivationnelles (i.e., attributions causales de réussite et d'échec, sentiment d'auto-efficacité, théories implicites de l'intelligence). Les modèles métacognitifs peuvent ainsi être complétés par une évaluation de ces variables. Nous avons mis en avant les critiques adressées par Veenman (2011, 2012) au sujet des méthodes *off-line* que nous considérerons dans l'évaluation de nos options méthodologiques. Au regard des limites soulevées par l'auteur, nous choisissons d'axer notre méthodologie de recherche sur des mesures à la fois verbales, comportementales (Focant, 2007) et dépendantes de l'exécution des tâches (Mariné et Huet, 1998) en vue d'approcher au mieux ces processus en situation écologique de classe.

Chapitre IV - L'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation des apprentissages dans le cadre des ESFI

Les pratiques évaluatives, tout comme les processus d'autorégulation, ne peuvent être désincarnées, elles s'appliquent toujours dans un contexte particulier qui est propre aux objets sur lesquels elles portent et donc, en ce qui concerne cette étude, aux contenus d'enseignements. Nous rejoignons ainsi Cowie et al. (2013) pour dire que des stratégies génériques d'évaluation sont nécessaires, mais qu'elles ne sauraient être suffisantes dans la perspective d'une évaluation *pour* les apprentissages. Par là même, l'apprentissage autorégulé étant lui-même dépendant de la situation d'apprentissage, il est nécessaire de rattacher les stratégies d'autorégulation à leur contexte d'utilisation (Cosnefroy, 2011).

Par conséquent, c'est à travers une approche socioculturelle de l'apprentissage, couplée à une analyse didactique, qu'il semble possible d'appréhender l'apprentissage en tant que processus *situé* (Mottier Lopez, 2012, 2015), où l'élève construit des significations localement sur ce qu'il est important d'apprendre et la façon de l'apprendre (Cowie et al., 2013).

Dans ce chapitre, nous questionnerons l'articulation des différents concepts développés précédemment (i.e., évaluation formative et autorégulation des apprentissages) avec leur contexte d'application. Dans cette perspective, nous présenterons dans quelle mesure il est possible de rattacher nos variables d'étude au contexte de l'enseignement des sciences et plus spécifiquement aux situations de démarches d'investigation.

1. Régulation de l'enseignement et de l'apprentissage

Selon Laveault (2007), l'autorégulation des apprentissages est susceptible d'intéresser les enseignants à double titre ; d'une part pour ce qui relève de la problématique de a) l'autorégulation de l'apprentissage, c'est-à-dire cette « aptitude de l'élève à prendre en charge ses processus cognitifs et motivationnels pour atteindre ses objectifs » et, d'autre part, pour ce qui touche à la problématique de b) l'apprentissage de l'autorégulation, en tant que résultat d'apprentissage propre, qui concerne « l'acquisition de cette aptitude elle-même à travers un répertoire de stratégies qui permettent à l'élève d'exercer un plus grand contrôle sur son apprentissage » (pp. 207-208).

Le renouveau pédagogique insufflé dans l'enseignement des sciences, en privilégiant un modèle axé sur le développement des compétences, fait émerger un questionnement important quant aux moyens de soutenir le développement de l'autorégulation des élèves. Il semblerait que l'enseignant dispose de nombreuses opportunités d'intervention pour favoriser une régulation métacognitive chez ses élèves mais que celles-ci ne sont pas nécessairement connues ou mises en œuvre.

1.1. Une visée d'autonomisation progressive

L'apprentissage de l'autorégulation passant par une expérience sociale est susceptible de constituer un levier sur lequel les enseignants peuvent s'appuyer pour faire acquérir les processus d'autorégulation et soutenir l'autonomie des élèves. Ainsi, dans le cadre des démarches d'investigation, les enseignants peuvent poursuivre l'objectif de créer des espaces de liberté afin d'encourager la pensée critique des élèves. Romainville (1993) évoquait cette nouvelle voie à explorer quant aux moyens de développer la capacité des apprenants à analyser leurs propres processus cognitifs. Noël (1997) souligne alors que le rôle de l'enseignant pourrait se voir modifié, en ne se réduisant plus à transmettre des stratégies préétablies mais en favorisant la réflexion des élèves sur la qualité de leur analyse de leurs propres stratégies.

1.1.1. L'étayage social

Cosnefroy (2011) relève que la construction des processus fondamentaux de l'autorégulation semble être favorisée par différentes formes de socialisation prenant la forme d'un étayage social ; apprentissage latéral entre pairs, problèmes au sein de groupes collaboratifs ou encore apprentissages suscités par l'enseignant à partir de registres d'activités de transmission explicite, de co-construction ou d'étayage pour questionner les théories métacognitives ou les enjeux personnels de l'apprenant. Pour l'auteur, c'est leur utilisation flexible qui catalyserait « le développement de l'observation de soi et l'acquisition des stratégies d'autorégulation selon un schéma vygotkien désormais familier du passage de l'interindividuel à l'intra-individuel » (Cosnefroy, 2011, p.139).

Pour Shepard (2009), l'étayage est à considérer en tant que feedback, en ce qu'il soutient un transfert graduel de la responsabilité à l'élève. Dans cette visée, l'enseignant peut adopter un rôle de tuteur en procurant des feedback spécifiques, adaptés et personnalisés. L'expérience conduite par Zimmerman et Kitsantas (1997) montre que les

apprenants ont besoin d'un guidage actif dans les phases initiales d'un apprentissage. Ce guidage de l'enseignant doit amener les élèves à se centrer sur l'exécution correcte des opérations et des stratégies à accomplir. En définitive, l'enseignant doit inviter ses élèves à analyser davantage leur activité que le résultat même de cette activité.

Cosnefroy (2011) suggère, par exemple, qu'à partir d'un matériel qui serait proposé à la fois par l'enseignant et les élèves, suivi d'une discussion et d'une analyse conjointe sous la forme d'une négociation, l'enseignant serait plus à même d'intervenir directement en transmettant ou en aidant les élèves à construire ou à perfectionner leurs stratégies. L'enseignant détient donc une place déterminante dans la régulation des apprentissages des élèves. Si c'est l'enseignant qui instaure la situation déclenchant la métacognition, c'est à lui ensuite de la cadrer et de l'orienter. Pour cela il cherchera à éviter « l'éparpillement » des remarques et créera les conditions nécessaires pour que les points de vue se rencontrent (Grangeat, 1997). C'est à lui d'aménager des moments de confrontation et de négociation afin de travailler sur les points de convergences et de divergences de chacun. Il lui revient de créer un environnement d'apprentissage dans lequel les élèves développent des compétences d'autorégulation et de détection d'erreurs (Hattie, Biggs & Purdie, 1996). En définitive, ces considérations rejoignent à bien des égards les volontés exprimées par la mise en œuvre de démarches d'investigation.

Boekaerts (1997) a mis en exergue cet enjeu central pour l'enseignant qui consiste à préparer une disparition progressive des régulations externes en amenant l'élève à exercer un plus grand contrôle sur ses propres activités et en créant des environnements riches en opportunités de régulations. Ainsi, pour Zimmerman, Bonner et Kovach, (2000), les enseignants doivent poursuivre l'objectif de « se rendre inutiles » car ils considèrent que :

« le rôle principal de l'enseignant dans le développement de l'apprentissage autorégulé consiste à aider les élèves à assumer la responsabilité de la progression de leur apprentissage personnel » (p.32).

Pour ces auteurs, même si les élèves sont assistés par l'enseignant au début d'une activité, ils restent néanmoins seuls pour prendre conscience de leur apprentissage et gérer son efficacité.

1.1.2. *L'apprentissage de l'autorégulation*

Winne (1996) affirme que l'apprentissage autorégulé doit nécessairement se développer avec l'expérience et l'instruction, en exposant l'élève à de multiples stratégies

d'apprentissage. L'enseignant, pour favoriser le développement des habilités métacognitives de ses élèves, doit créer les conditions qui favorisent l'expression des élèves sur leurs stratégies cognitives personnelles et les mettre en condition de les confronter aux autres. C'est de cette façon que l'élève prendra conscience qu'il est l'acteur de sa réussite. Le rôle de l'enseignant consiste alors à favoriser une pratique suffisante de ces stratégies pour asseoir l'expertise qui leur permet de les utiliser. Pour l'auteure, si l'apprenant maîtrise suffisamment certaines stratégies cognitives, et le savoir qui leur est associé, l'autorégulation peut être déclenchée de façon automatique.

Néanmoins, certains relèvent la prudence nécessaire à l'égard de l'instruction des stratégies cognitives. En effet, Zimmerman (1990) argue que connaître des stratégies cognitives ne s'accompagne pas nécessairement de leur emploi. De même, Bouffard et Bordeleau (1997) ont largement insisté sur le fait que la quantité de connaissances détenue par un sujet peut, certes, permettre de savoir s'il possède les capacités pour résoudre une tâche donnée, mais sans pour autant pouvoir prédire leur utilisation effective. Ainsi, développer l'autonomie « intellectuelle » des élèves semble se révéler bien plus complexe que l'instruction de stratégies d'apprentissage ou de résolution. Pour améliorer les démarches métacognitives, une voie possible serait de faire tester aux élèves les outils réflexifs que l'enseignant leur apporte et de faire en sorte que toute nouvelle démarche méthodologique soit systématiquement reliée à ce que l'élève met déjà en œuvre dans ses activités scolaires (Grangeat, 2007). La régulation de l'enseignement se traduirait alors par des ajustements afin de répondre aux besoins différenciés des élèves et viserait, à terme, une autorégulation potentielle des élèves par rapport à des contenus, des compétences, des obstacles etc. (Mottier Lopez, 2013). Les mouvements de la régulation semblent ainsi s'appréhender à travers la temporalité dans laquelle elle prend place.

1.1.3. *La temporalité des régulations en fonction des objectifs*

Deux grands mouvements de la régulation sont fréquemment distingués en fonction de l'objet sur lequel elle porte (Allal, 2007) :

- la régulation rétroactive, qui se réalise en cours ou après un enseignement, est définie comme « un retour d'information (rétroaction), provenant d'une opération de contrôle, qui permet la reprise et la modification éventuelle d'une action en cours (régulation on-line) ou d'une action déjà accomplie (régulation différée) » (Allal, 2007, p.14).

- la régulation proactive, qui se réalise avant l'opération de contrôle et concerne « la formulation du but, l'orientation de l'action vers le but, la mobilisation des ressources pour assurer une progression efficace vers le but » (ibid.).

Nous retiendrons, pour notre conceptualisation théorique et méthodologique, que l'apprentissage peut être considéré en tant que relation réflexive entre, d'une part, les pratiques sociales d'une communauté (ici celle de la classe) et, d'autre part, les processus de construction individuelle¹³ (de l'élève et l'enseignant). Une troisième forme de régulation développée dans la littérature retient particulièrement notre attention par le fait qu'elle prend part en cours du processus d'apprentissage : il s'agit de la régulation interactive. Ce concept, introduit en 1988 par Allal, met en exergue les régulations prenant place dans les interactions entre l'élève et les ressources de son environnement, à la fois sociales et matérielles. En 2007, Allal réaffirme l'importance de la régulation interactive, qui intervient au cours de l'activité de l'élève, pour soutenir les processus de régulation. Trois principaux modes de régulation interactive susceptibles de déclencher des processus d'autorégulation chez les élèves sont distingués :

- l'interaction entre l'enseignant et un élève ou un groupe d'élèves ;
- l'interaction entre les élèves, au sein d'un groupe ou entre différents groupes ;
- l'interaction entre l'élève et les outils matériels de la situation (dite « instrumentée »).

Ces trois modes de régulation interactive sont à considérer en ce qu'ils constituent autant de sources potentielles de régulation (Mottier Lopez, 2012). En ce sens, un intérêt particulier aux médiateurs de la régulation est à porter lorsque l'on tente d'appréhender les apprentissages en contexte de classe.

1.2. Les médiateurs de la régulation en situation de résolution de problème

Selon Laveault (2000), toutes les personnes impliquées dans l'apprentissage d'un apprenant sont susceptibles d'initier des ajustements qui favorisent son apprentissage. Puisque l'apprentissage autorégulé peut s'exprimer dans des formes sociales d'apprentissage (Zimmerman, 2001), il est possible de chercher à identifier les régulations qui prennent part entre les élèves et l'enseignant, ainsi qu'entre les élèves eux-mêmes. Dans le cas d'enseignements scientifiques fondés sur l'investigation, les régulations qui prennent part avec les outils matériels de la situation apparaissent tout aussi déterminantes.

¹³ Développement des connaissances et compétences

1.2.1. *L'interaction enseignant/ élève*

De nombreux travaux portant sur les interactions scolaires ont mis en exergue la place fondamentale des temps de dialogue entre l'enseignant et l'élève dans les situations de résolution de problèmes. Palacio-Quintin (1990) a par exemple travaillé sur les modes d'intervention de l'enseignant susceptibles de favoriser les apprentissages des élèves. L'auteure a particulièrement souligné le rôle de l'enseignant en tant que « questionneur » afin de stimuler chez les élèves une réflexion sur leurs actions et leurs cheminements pour arriver aux résultats obtenus. La prise d'information par l'enseignant, à travers un questionnement *on-line* (i.e., dans l'instant), constitue un moyen de favoriser la prise de conscience des démarches mises en œuvre par les élèves et de leur permettre de relever eux-mêmes leurs erreurs, d'élaborer de nouvelles procédures (ou de les transformer) et de chercher des solutions adéquates. Les interactions entre l'enseignant et ses élèves placés en situation de résolution de problèmes semblent constituer une variable déterminante dans le développement des habilités métacognitives. L'enseignant doit interagir avec ses élèves pour les stimuler et soutenir leur engagement dans les tâches.

1.2.2. *L'interaction élève/ élève*

L'importance des pairs est fortement mise en avant dans les situations de résolution de problèmes, notamment lorsque l'enseignant encourage les élèves à comparer leurs conceptions, leurs procédures et leurs résultats. Les pairs constituent une source de feedback déterminante du fait qu'ils partagent bien souvent des connaissances, des idées, des expériences et des contextes leur permettant de fournir des suggestions dans un langage familier et compréhensible pour l'élève. Les gains, tant sur le plan cognitif que motivationnel et affectif, d'une réelle coopération entre les élèves dans la réalisation des tâches complexes est affirmé (e.g., Buchs, Lerhaus & Crahay, 2013).

Au cours de ces deux dernières décennies, plusieurs projets éducatifs ont soutenu les travaux autour de l'argumentation et du dialogue dans l'enseignement des sciences. Les recherches de Kuhn (1991) concernant les discours argumentatifs ont fortement contribué à ce champ de recherche. Ces dernières soulignent que la formulation d'arguments valides est, pour la majorité des individus, acquise par la pratique. Cela suggère que l'argumentation doit être enseignée de façon explicite dans le cadre de la formation scolaire. Aussi, l'argumentation serait favorisée par un contexte dans lequel l'interaction élève-élève est autorisée et encouragée. L'étude de Zohar et Nemet (2002) portant sur des

situations de résolution de problèmes a également montré que l'engagement des élèves dans l'argumentation conduisait à l'amélioration de compétences argumentatives mais aussi, sur le plan cognitif, à une amélioration de leurs connaissances et de leur compréhension sur le sujet.

Plusieurs recherches se sont intéressées aux effets des interactions entre les élèves sur la compréhension et les apprentissages. L'étude conduite par Osborne, Erduran et Simon (2004) a mis en avant les effets positifs des interactions délibératives et dialogiques tout en admettant néanmoins que ces possibilités étaient rarement mises en œuvre en salle de classe. En effet, les auteurs relèvent que les interactions sont trop fréquemment dominées par des interactions monologiques, voire transactionnelles. D'après ces auteurs (Osborne et al., 2004 ; Zohar & Nemet, 2002), la justification des arguments constitue pourtant un élément essentiel. Un des enjeux consiste alors à faire valoir l'importance du débat scientifique lors duquel la possibilité offerte aux élèves de discuter, réfléchir et argumenter sur le statut de preuve leur permet de soutenir l'explication théorique. En divisant les élèves par groupes, en leur demandant de faire valoir leur point de vue ou celui d'autrui, les élèves sont amenés à réfléchir sur la façon dont ils soutiennent leurs réponses, leurs stratégies de résolution, les éléments de preuves qu'ils défendent et la manière dont ils accueillent les contre-arguments.

L'évaluation mutuelle, entre pairs, semble aussi favoriser le développement des compétences métacognitives. Laveault (2007), en se fondant sur l'idée que l'élève qui forme apprend autant que l'élève formé, atteste l'importance de rôles alternatifs « formateur/formé » que peuvent jouer les élèves pour consolider leurs apprentissages.

1.2.3. *L'interaction élève / outils matériels*

La régulation instrumentée correspond à une gestion métacognitive exercée avec un support (Allal & Saada-Robert, 1992). Ce mode de régulation, qui confronte l'élève à un outil, peut être utile pour soutenir les deux précédentes modalités de régulation (Allal, 2007). Les supports à la régulation de l'élève peuvent être nombreux et variés. Ils peuvent être proposés par l'enseignant ou la situation d'enseignement (e.g., manuels scolaires, référentiels, cours, affiches, encyclopédies, outils technologiques), ou construits par l'élève lui-même (e.g., fiche mémo ou de révision, grille de co-évaluation). Parmi ces

supports, le plus fréquemment rencontré est lié aux outils d'autoévaluation (e.g., grille de critères de réussite, logiciels, barre de progression, questionnaire).

L'autoévaluation est un concept largement développé dans la littérature en ce qu'il permet de favoriser la réflexion de l'élève à la fois sur la tâche et sur lui-même (Laveault, 2007). Hadji (2012) présente l'autoévaluation comme le « temps fort » de l'autorégulation et décrit ce concept à la fois comme moyen d'apprentissage, et comme objet d'apprentissage. L'engagement des apprenants dans l'autoévaluation contribuerait au développement de leurs processus d'autorégulation par le fait d'activer et de focaliser leur cognition et leur comportement sur l'atteinte de buts à la fois personnels et spécifiques (Zimmerman & Schunk, 2011). L'impact des outils d'autoévaluation est susceptible d'être renforcé lorsque les enseignants amènent les élèves à analyser ces outils, à les construire, à confronter leurs résultats et la façon de les utiliser (Allal, 2010).

1.3. Synthèse sur les médiateurs de la régulation

Nous avons montré que les ressources à disposition des apprenants, qu'elles soient sociales ou matérielles, constituent des médiateurs à leur autorégulation. En nous référant à Mottier Lopez (2012), nous pointons qu'un des obstacles majeurs dans l'étude des processus d'autorégulation des élèves réside dans le fait que seul l'élève peut réguler son activité pour qu'il y ait apprentissage. Ainsi, il convient de rappeler et de ne pas perdre de vue que l'enseignant, les pairs et toutes autres ressources sociales et matérielles ne constituent que des sources potentielles de régulation. Les recherches et l'élaboration d'indicateurs doivent être pensées dans ce sens.

Il est possible que l'enseignement des sciences, à travers des séances fondées sur l'investigation, apporte une contribution significative à l'amélioration de la qualité du raisonnement des élèves sur leurs propres démarches cognitives. En effet, ces séances semblent offrir un espace de liberté propice au développement de leur autonomie et de l'argumentation, à travers le débat, la co-construction et l'autoévaluation. La caractérisation des démarches d'investigation dévoile une nécessité pour l'enseignant d'analyser les savoirs visés et les objectifs, mais aussi les conceptions et les acquis existants des élèves. L'évaluation formative constitue une piste pour poursuivre ces objectifs dans la mesure où elle intègre une explicitation des buts et une prise d'information sur l'état actuel de l'élève dans l'objectif de recourir à un ajustement.

2. La conception des ressources et la structuration des situations

Le choix des tâches opéré par l'enseignant détermine un ensemble de contraintes et d'apports qui constituent des sources potentielles de régulation de l'activité de l'apprenant (Allal, 2007). Ainsi, la façon dont l'enseignant structure la situation posant problème et conçoit les ressources disponibles aux élèves, sera susceptible de faciliter ou de freiner l'accès au développement de la métacognition.

2.1. Une approche de l'apprentissage situé

Puisque notre intérêt se porte sur la régulation des apprentissages en contexte scolaire, et plus spécifiquement dans le cadre des ESFI, nous nous inscrivons dans une approche de *l'apprentissage situé* (Lave & Wenger, 1991). Ce courant s'est développé dans les années 1980 en rupture avec les précédentes conceptions de l'apprentissage qui appréhendent l'apprentissage comme un processus individuel, se déroulant « dans la tête » de l'apprenant (Mottier Lopez, 2012). L'approche théorique de *l'apprentissage situé* conçoit le processus d'apprentissage en tant que participation à des pratiques sociales. En s'inspirant des travaux de Lave (1988), Mottier Lopez (2012) intègre l'idée d'une approche située de l'évaluation formative et de la régulation en lien avec la microculture de classe. Cette approche reconnaît que :

« [...] toute connaissance, quelle qu'elle soit, est marquée par les conditions contextuelles dans et avec lesquelles elle s'est développée en interaction avec l'individu-en-action » (Mottier Lopez, 2012, p.14).

Ainsi, l'auteure interroge la classe en tant que groupe social qui, comme toute autre communauté sociale, va véhiculer des valeurs, des normes, des pratiques liées à d'autres cultures plus larges. Cette perspective théorique permet d'appréhender la relation co-constitutive entre situations d'apprentissage et régulation, à travers laquelle les savoirs ne sont pas ignorés mais « en actes dans les pratiques qui leur donnent forme » (p.37).

« [...] les visées de la régulation en classe s'appréhendent dans un contexte significatif, par rapport à des intentions plus ou moins explicites, affirmées, cachées, effectives des acteurs concernés. Elles confèrent un sens situé à la régulation, dans l'interaction entre un individu [...] qui a ses propres raisons d'agir et un contexte socio-institutionnel qui est porteur de finalités collectives liées notamment à la forme et au contrat scolaires » (Mottier Lopez, 2012, p.19).

En s'appuyant sur les recherches de Cobb et ses collègues (1997) conduites en classe de mathématiques, Mottier Lopez propose un développement détaillé du concept de

microculture particulièrement éclairant pour l'étude des interactions en classe. L'intérêt se porte particulièrement sur l'aspect co-constitutif du plan social et individuel qui, selon la thèse soutenue par Cobb, Gravemeijer, Yackel, McClain et Whitenack (1997, cité par Mottier Lopez, 2012) sont indissociables. En partant de ces deux plans, Mottier Lopez (2008) en introduit un troisième situé à un niveau intermédiaire de la modélisation des activités d'enseignement et d'apprentissage : le plan interpersonnel (cf. Figure 6). Ce dernier, lié aux interactions entre l'élève et l'enseignant, intègre à la fois les contributions des individus concernés et les normes et pratiques qui sont partagées et reconnues dans la microculture de classe. Mottier Lopez parle de « régulation réflexive » entre ces trois plans.

Plans mutuellement constitutifs de la microculture de classe		
<i>Plan communautaire</i>	<i>Plan interpersonnel</i>	<i>Plan individuel</i>
Dimension contextuelle et interprétative de la microculture de classe	Constitution interactive de la microculture de classe	Contributions individuelles à la constitution de la microculture
Normes sociales générales Normes sociomathématiques Pratiques mathématiques <i>taken-as-shared</i>	Négociation des normes et des pratiques mathématiques en tant qu'outils symboliques de médiation aux progressions individuelles et collectives de la classe → Hypothèse d'une source puissante de régulation interactive	Valeurs, croyances individuelles Interprétation et raisonnement mathématiques individuels
Contextes plus larges que celui de la classe		

Figure 6. Plans constitutifs de la microculture de classe selon Mottier Lopez (2012, p.39)

Au cours de la présentation de cette conceptualisation, l'auteure réaffirme l'importance du concept de *co-régulation* développé par Allal (2007) pour rappeler que les activités individuelles se développent et se restructurent lors de la participation des élèves et de l'enseignant aux pratiques de la classe. Réciproquement, les pratiques de classe évoluent à travers la réorganisation des activités individuelles.

Des liens avec ces considérations, dans leur dimension située et socio-historique des pratiques d'enseignement et d'apprentissage, peuvent être établis avec les travaux de la didactique, et notamment avec la théorie de l'action conjointe (TACD). Il nous semble

pertinent de questionner ici l'articulation des stratégies pédagogiques générales avec les stratégies didactiques liées à un contenu spécifique. Nous exposons alors un cadre pour l'analyse de l'action de l'enseignant.

2.2. Analyser l'action didactique : la TACD

La théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) permet de rendre compte de la dynamique transactionnelle entre l'enseignant et l'élève à propos d'un objet de savoir (Sensevy, 2007, 2009 ; Sensevy & Mercier, 2007). Centrée sur le processus d'enseignement et d'apprentissage au regard du contenu des interactions, sa focalisation donc est épistémique. Le fondement de cette théorie s'appuie sur le constat qu'il n'est pas possible de comprendre l'action de l'élève par rapport au savoir sans la rapporter à celle de l'enseignant, c'est en ce sens qu'il y a action conjointe¹⁴ autour du savoir. Cette théorie, mobilisée par la communauté francophone de chercheurs en didactique (e.g., Cross & Grangeat, 2013 ; Marlot, 2009 ; Tiberghien, 2010 ; Venturini & Amade-Escot, 2010 ; Venturini & Tiberghien, 2012 ; Sensevy, 2011), offre un angle d'étude pour l'analyse de l'action de l'enseignant lorsqu'il met en œuvre un enseignement fondé sur l'investigation.

La TACD se caractérise par l'importance accordée au contexte, elle se distingue en ce sens d'une vision dite *mentaliste*. L'action didactique est dite conjointe par le fait que, d'une part, pour donner du sens à ce que fait l'enseignant, l'activité des élèves doit nécessairement être considérée. D'autre part, cette action est centrée sur le savoir qui se situe au cœur de la « transaction » entre l'enseignant et les élèves. Cette action commune, conjointe autour du savoir, peut se définir comme un système de transactions, où le savoir constitue l'objet transactionnel. Deux concepts permettent de rendre compte de l'avancée du savoir dans la classe : le contrat et le milieu didactique.

2.2.1. La dynamique contrat-milieu

Brousseau (1998) définit le contrat didactique par les attentes réciproques de l'enseignant et des élèves :

« Dans toutes situations didactiques, le professeur tente de faire savoir à l'élève ce qu'il veut qu'il fasse. [...] Alors se noue une relation qui détermine - explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement - ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer, et

¹⁴ Ce qui ne signifie pas symétrique.

dont il sera d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre » (Brousseau, 1998, p.61).

Le contrat didactique correspond donc à un système d'attente entre l'enseignant et l'élève autour du savoir qui est en jeu dans une situation. Ce contrat est implicite et se manifeste le plus souvent lors de situations de « rupture » rendant la transaction entre l'élève et l'enseignant difficile, sinon impossible. Pour Brousseau (1998), en situation d'enseignement, l'enseignant va organiser et constituer un milieu qui révèle plus ou moins implicitement son intention d'enseigner un savoir à l'élève. Le milieu correspond ainsi à la spécialisation du contexte d'interaction et qui relève spécifiquement de la tâche qui est proposée à l'élève, les ressources qui vont être mises à sa disposition et les stratégies d'action. Le milieu correspond alors aux composantes de l'environnement de l'élève. Il comprend à la fois les objets physiques mis en jeu dans la construction du savoir ainsi que les composantes immatérielles (e.g., les connaissances des élèves, les interactions avec l'enseignant/ les pairs).

Le contrat et le milieu entretiennent une relation dialectique : le contrat est instancié par le milieu qui est lui-même défini par le contrat en jeu. Le milieu didactique est en évolution constante du fait de l'avancée du savoir dans la classe. Ainsi les éléments de savoir qui ont été enseignés peuvent participer à enrichir le milieu. Le contrat est également redéfini au fur et à mesure de l'évolution du milieu de par sa relation dialectique avec celui-ci. Dans le cadre de la TACD, cette relation dialectique est modélisée par la notion de jeu didactique.

2.2.2. Le jeu didactique

Pour Sensevy (2008), l'activité didactique peut être décrite à travers des jeux, ou des agencements de jeux. L'auteur définit le jeu par différents aspects ; un jeu a un enjeu (on y gagne ou on y perd) et on ne peut y jouer sans en connaître les règles. Pour pouvoir gagner le jeu, il est nécessaire de produire des stratégies pertinentes, d'avoir le sens du jeu. Enfin, le jeu doit être considéré comme une « situation agie » dans la mesure où celui-ci est toujours descriptible en lien avec une situation donnée.

Le jeu didactique se caractérise par sa dimension coopérative, puisque les comportements de l'enseignant et de l'élève découlent des uns des autres. Il se caractérise également par sa dimension conditionnelle. Puisque le jeu est un jeu de savoir, l'enseignant gagne le jeu que si l'élève gagne le jeu. En d'autres termes, l'enseignant

atteint son objectif d'enseignement si l'élève comprend, apprend, avance dans le savoir. L'enseignant ne peut effectivement pas se satisfaire d'une simple récitation ou application. De là, découle la question de la dévolution. Le concept de dévolution (Brousseau, 1998) fait référence à la problématique de l'enseignant qui, pour garantir une véritable compréhension du savoir par l'élève, ne peut se contenter de « dire le savoir ». L'enseignant se trouve donc face à la nécessité de faire de la « rétention d'information » (Sensevy, 2007) et de créer les conditions de dévolution qui permettent à l'élève d'assumer la responsabilité de son apprentissage (i.e., de jouer le jeu).

Pour Sensevy (2012), une des manières de caractériser l'action du professeur *in situ* peut être de décrire ce qu'il fait, dans l'action conjointe, pour faire jouer les jeux d'apprentissage. Le professeur intervient de différentes manières pour initier et maintenir la relation didactique. Un quadruplet de descripteurs permet d'en rendre compte.

2.2.3. Un quadruplet de descripteurs du jeu didactique

Pour décrire le jeu du professeur sur celui de l'élève dans l'action conjointe, Sensevy (2007, 2011) développe un quadruplet de notions permettant d'identifier la façon dont le professeur fait jouer les jeux d'apprentissage. Ces notions sont les suivantes : définir, dévoluer, réguler et institutionnaliser. Lorsque le professeur initie le jeu didactique, ou change de jeu parce que le précédent ne permet pas d'atteindre les objectifs qu'il poursuit, il va définir le jeu en précisant ses règles et en introduisant les objets nécessaires. Les élèves doivent en effet comprendre le jeu auquel ils jouent et ce dernier ne pourra se développer que si les élèves assument de le jouer. Le jeu doit ainsi être dévolu pour que les élèves acceptent de le jouer de manière *adéquate*¹⁵. Le professeur doit ensuite réguler le jeu en agissant sur la production des stratégies des élèves (mais sans se substituer à eux) pour qu'ils gagnent le jeu. Le professeur institutionnalise enfin le savoir en jeu en signifiant aux élèves qu'ils ont produit le savoir *enjeu* du jeu et que leur activité leur a permis de retrouver des savoirs légitimes et valides hors de l'institution classe. Cet ensemble de notions permet de rendre compte des modalités de construction du savoir au sein des transactions. La vie du savoir en classe, au sein des transactions, peut être décrite à partir d'un triplet de notions.

¹⁵ En produisant des comportements didactiquement signifiants, centrés sur le savoir (p.145)

2.2.4. Un triplet pour caractériser les jeux d'apprentissage

Pour comprendre le déroulement d'un jeu d'apprentissage, un système descriptif sous la forme d'un triplet de genèses du système didactique permet de saisir la dynamique d'élaboration des savoirs : la chronogenèse, la mésogenèse et la topogenèse (Brousseau, 1998 ; Chevallard, 1991 ; Sensevy, 2011).

- La chronogenèse est une catégorie de description de l'avancée du temps didactique, c'est-à-dire de l'évolution du temps des savoirs dans la classe. Pour Sensevy (2011), elle est fondamentale pour percevoir la raison des changements de jeux d'apprentissage dans le processus didactique. Elle vise à décrire pourquoi et comment le travail des contenus épistémiques anciens a laissé la place aux nouveaux (p.151).
- La mésogenèse renvoie à la genèse du milieu didactique. Elle représente la manière dont l'enseignant introduit le savoir (e.g., objets, contenus, dispositif matériel, connaissances, compétences) et la façon dont il le régule. Cette catégorie vise à décrire le processus par lequel l'enseignant et les élèves organisent le milieu, ou le réorganisent. En d'autres termes, elle permet de décrire la succession des milieux didactiques et, plus largement, la façon dont le professeur régule les apprentissages.
- La topogenèse réfère à la genèse des positions dans la classe. Elle décrit le partage des responsabilités respectives de l'élève et de l'enseignant dans les transactions didactiques. Cette catégorie constitue, pour Sensevy (2011), l'analyseur privilégié de la nature conjointe des transactions.

Chacune de ces trois genèses doit pouvoir être considérée en relation l'une avec l'autre au sein du triplet. Elles peuvent être résumées de la façon suivante : la mésogenèse vise à identifier le contenu épistémique des transactions didactiques, elle pose la question du *quoi* ? La chronogenèse vise à identifier la nature et les raisons du passage, à un moment donné, d'un contenu épistémique à un autre, elle pose la question du *quand* ? Enfin, la topogenèse vise à identifier comment le contenu épistémique de la transaction est effectivement réparti entre l'enseignant et les élèves, elle pose ainsi la question du *qui* ? Ces trois genèses évoluent simultanément, l'évolution étant liée au contrat didactique à propos d'un objet de savoir qui évolue lui-même au cours du temps.

En définitive, la TACD intéresse les chercheurs en didactique pour plusieurs raisons ; tout d'abord, parce qu'elle permet de rendre compte de l'engagement des acteurs à la fois

sur les plans cognitifs, motivationnels et émotionnels. D'autre part, parce qu'elle permet de considérer la façon dont le jeu est gagné, quels en sont les enjeux et quelles sont les stratégies gagnantes. Le jeu didactique constitue en ce sens la caractéristique première de l'analyse de l'action conjointe. C'est à travers la prise en compte conjointe de la nature du contrat et du milieu didactique qu'il devient possible de saisir la logique d'action des élèves pour gagner le jeu. Le cadre théorique offre des pistes d'analyse pour tenter de caractériser l'action conjointe qui prend part entre le professeur et l'élève lors d'un enseignement fondé sur l'investigation. Nous présentons quelques recherches qui l'ont mobilisée dans le cadre spécifique de ces enseignements.

2.3. La construction du milieu didactique dans le cadre des démarches d'investigation

Comme relevé par Boilevin (2013a) ainsi que Cross et Grangeat (2014), les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation bousculent le contrat didactique habituel. En effet, les préconisations relatives à cette démarche laissent libre aux enseignants l'organisation du milieu. Il s'agit de placer les élèves en situation de recherche, en leur faisant produire des hypothèses qu'ils vont pouvoir tester, et de les amener à avoir un regard critique sur leurs propres procédures et résultats mais aussi sur ceux des autres. La question de la construction du milieu didactique par l'enseignant est soulevée par Calmettes (2009) dans son étude sur les pratiques ordinaires d'enseignants de sciences physiques :

« La construction du milieu didactique constitue, pour les enseignants, parfois de manière consciente (déclaratif) mais souvent non exprimée (relevant alors de l'observation du chercheur), un obstacle à la mise en œuvre de la DI [...] C'est ainsi, par exemple, que certains enseignants proposent un problème pour lequel il n'y a pas de cohérence entre consigne, prérequis, gestion du temps didactique et dispositif d'aide. Le milieu devient de fait peu propice à une réelle investigation » (2009, p.143).

Cross et Grangeat (2014) montrent que la complexité de mise en œuvre des démarches d'investigation par les enseignants semble fortement liée au choix de situations appropriées ainsi qu'à la régulation en classe de la progression de la séance. Ces mêmes auteurs soulignent l'importance de la prise en compte par les enseignants des connaissances et des représentations initiales qui seront mobilisées par les élèves. Ils relèvent également l'importance des mises en commun pour faire justifier les propositions des élèves au regard de leurs hypothèses et de leurs connaissances. Finalement, il

semblerait que ces démarches d'investigation impliquent des éléments de contrat didactique spécifiques qui rendent parfois difficile la cohérence entre milieu et contrat.

L'étude conduite par Venturini et Tiberghien (2012) révèle des difficultés pour l'enseignant à satisfaire les exigences institutionnelles. Les catégories de descripteurs définis par la TACD permettent en effet de rendre compte d'un décalage entre les enjeux de la situation pour l'enseignant et pour les élèves ainsi que d'une responsabilité assurée principalement par l'enseignant pour les activités les plus significatives sur le plan épistémique. Les résultats indiquent également que la situation déclenchante proposée par l'enseignant est complexe et non directement liée aux savoirs en jeu. Les pistes d'action tracées par ces auteurs pour rénover l'enseignement des sciences conformément aux prescriptions réfèrent à la mise en place de collectifs d'enseignants qui soient accompagnés dans la durée.

Les travaux en didactique, et notamment le cadre de la TACD, constituent des apports théoriques pour la compréhension et l'analyse des pratiques de classe. Ainsi, même si nous ne les mobilisons pas directement du fait que leur objet soit centré sur le savoir en jeu et vise à rendre compte de l'élaboration dynamique de ce savoir, nous reconnaissons néanmoins leur complémentarité avec les théories et méthodologies transversales. L'influence de cet ancrage sera perceptible dans la façon que nous aurons d'appréhender et de décrire le déroulement des séances d'investigation (chronogenèse) et le partage des responsabilités entre l'enseignant et les élèves dans la transaction (topogenèse).

Nous venons d'exposer différents travaux menés sur l'analyse de la mise en œuvre des démarches d'investigation par les enseignants de sciences dans leur classe ainsi qu'un cadre théorique de référence, emprunté à la communauté des didacticiens, pour illustrer la difficulté à proposer un milieu adapté à ces démarches. Nous présentons maintenant les modélisations qui permettent une triangulation de nos objets d'étude.

3. Modélisations de l'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation des apprentissages

Ces dernières années de recherches en sciences de l'éducation ont été marquées par un ensemble de réflexions théoriques sur les apports de l'évaluation formative pour soutenir le développement de l'autorégulation des apprentissages (e.g., Clark, 2012 ; Hadji, 2012 ; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006 ; Perrenoud, 1998 ; Sadler, 1998 ; Scallon, 2004 ; Wiliam,

2010, 2014). Tel que l'ont précisé Cowie et al. (2013), l'évaluation pour les apprentissages nécessite bien souvent une renégociation des rôles et responsabilités des élèves. Pour notre part, nous visons à étudier l'activité d'évaluation, la plupart du temps informelle, qui vise à se coordonner avec l'activité de l'élève (Mottier Lopez, 2015). Nous présentons deux modèles développés dans cette visée -le modèle de Clark (2012) et le modèle de Nicol et Macfarlane-Dick (2006)- avant d'exposer notre propre modélisation.

3.1. Le modèle de Clark (2012)

Clark (2012) propose de conceptualiser l'évaluation formative en tant que théorie « unificatrice de l'enseignement », qui guide la pratique et améliore le processus d'apprentissage par l'élaboration de stratégies d'autorégulation chez les apprenants (p. 205). Tel qu'intitulé sur le titre de sa publication de 2012, l'auteur montre en quoi l'évaluation formative *est (is for)* pour l'autorégulation des apprentissages. Son article puise dans 199 sources sur l'évaluation, l'apprentissage et la motivation en vue de définir les valeurs, les théories et les objectifs de l'évaluation formative. La mise en perspective de cet ensemble de recherches conduit l'auteur à proposer un modèle qui intègre conjointement l'évaluation formative et l'autorégulation des apprentissages.

Pour Clark (2012), le feedback est central à l'évaluation formative et donc au développement de l'autorégulation des apprentissages des élèves. Basé sur un modèle circulaire, les délimitations théoriques de l'évaluation formative sont présentées de façon encapsulée autour du *Self-Regulated Learning* (SRL). A l'extrémité du modèle, on trouve des bases philosophiques à partir desquelles la théorie de l'évaluation formative émerge. L'évaluation formative est connectée par deux objectifs : l'évaluation *pour* les apprentissages (*Assessment for learning* : AfL) et l'évaluation *comme* apprentissage (*Assessment as learning* : AaL).

Clark (2012) distingue ces deux types d'évaluation de la façon suivante : l'évaluation *pour* les apprentissages renvoie au *monitoring* du progrès des élèves vers un but désiré, et vise à réduire l'écart entre un état actuel, à un moment donné, et un état attendu. L'évaluation *comme* apprentissage réfère à la réflexion individuelle et collective exercée sur les preuves d'apprentissage. C'est une évaluation où les acteurs définissent et partagent les objectifs d'apprentissage et les critères de réussite. Les objectifs de ces deux évaluations sont chacun déclinés en quatre buts qui formalisent la frontière entre ceux

poursuivis par l'enseignant et ceux poursuivis par les élèves. L'intérêt de ce modèle pour notre développement théorique se situe au niveau de cette frontière : on trouve d'un côté les buts liés aux objectifs évaluatifs de l'enseignant (A/L et AaL) et, de l'autre, les buts poursuivis par les élèves (SRL). Cette modélisation rend ainsi compte du point de scission entre les buts poursuivis par chacun des protagonistes dans la situation d'enseignement/apprentissage en même temps que de leurs points de rencontre.

Nous retrouvons ici les éléments conceptuels de l'évaluation *pour* les apprentissages, tels que nous les avons précédemment présentés, à travers la conceptualisation d'un écart qu'il s'agit de combler entre un état à un moment donné et un état à atteindre. Proches de cette conceptualisation, Nicol et Macfarlane-Dick (2006) considèrent des apprenants autorégulés lorsqu'ils sont en mesure de définir leurs propres objectifs d'apprentissage et de construire des stratégies en générant un feedback interne en réponse à un feedback externe. Ces apprenants savent également utiliser les ressources et augmenter leurs efforts pour atteindre les objectifs d'apprentissage et produire des résultats qui peuvent être comparés et évalués. Pour aller plus loin sur cette question de la modélisation du feedback, nous présentons maintenant leur modèle.

3.2. Le modèle de Nicol et Macfarlane-Dick (2006)

Le modèle de Nicol et Macfarlane-Dick (2006), développé dans le cadre de l'enseignement supérieur, propose sept stratégies pour accroître l'efficacité du feedback dispensé aux étudiants. Les auteurs arguent que les apprenants doivent jouer un rôle actif dans le processus de feedback en évaluant et en régulant leur performance en fonction des buts visés. Ainsi, les apprenants doivent interpréter activement le feedback provenant de sources externes (e.g., enseignants, pairs, ordinateur) qui viendront conforter ou confronter leur interprétation de la tâche.

Dans leur modèle, les auteurs montrent que l'engagement dans la tâche nécessite des connaissances antérieures et des croyances motivationnelles à partir desquelles les apprenants construisent leur propre interprétation de la tâche et de ses exigences. C'est à partir de ces conceptions que les apprenants vont formuler leurs propres buts, émettre des stratégies et générer des résultats à la fois internes et externes. Les résultats d'apprentissage internes réfèrent aux changements des états cognitifs ou

affectifs/émotionnels. Les résultats externes réfèrent aux productions tangibles et aux comportements.

Les auteurs précisent que les apprenants doivent se confronter aux feedback externes pour qu'il y ait apprentissage. Ils distinguent ainsi sept principes pour soutenir et favoriser le développement de l'autorégulation des apprenants :

- 1- *Clarifier ce qu'est une bonne performance.* Ce principe renvoie à l'explicitation des attentes pour que les élèves comprennent les buts, les critères de réussite, qu'ils puissent se les approprier et évaluer leurs progrès.
- 2- *Faciliter le développement de (la réflexion sur) l'auto-évaluation.* Il s'agit d'offrir des opportunités aux élèves de réguler certains aspects de leur apprentissage et de réfléchir sur cette pratique. Cela peut se traduire par des activités de co-évaluation, de co-construction des critères ou encore en demandant aux élèves le type de feedback souhaité.
- 3- *Délivrer une information de haute qualité sur leur apprentissage.* L'enseignant constitue une source cruciale de feedback externe et joue un rôle central dans le développement des capacités d'autorégulation de ses élèves. Un feedback de qualité est défini par l'information qui aide l'élève à comprendre sa performance et à s'autocorriger au regard de la perception de l'écart perçu entre ses intentions et les résultats. Ainsi, lorsqu'un feedback est donné, il est important que celui-ci soit relié aux buts, aux standards ou aux critères de réussite.
- 4- *Encourager le dialogue sur l'apprentissage avec l'enseignant et entre pairs.* Il s'agit de favoriser les temps de discussion entre les élèves, par exemple lors de temps de travail en groupe. Les dialogues entre pairs sont susceptibles de renforcer la motivation et la persévérance dans le travail. En outre, il apparaît souvent plus facile à un élève de comprendre une explication fournie par un autre élève, le langage étant plus accessible et la critique mieux acceptée.
- 5- *Encourager des croyances motivationnelles positives et l'estime de soi.* Ce principe se réfère aux travaux de Dweck (1999) sur la perception malléable *versus* stable des capacités. Il s'agit pour l'enseignant d'encourager les efforts et les comportements stratégiques vers des buts d'apprentissage, en centrant le feedback sur les progrès et les accomplissements, plutôt que sur la personne.

- 6- *Fournir des opportunités de réduire l'écart entre la performance actuelle et celle désirée.* En référence aux recherches de Sadler (1989), il s'agit de fournir des indices sur les prochaines étapes de l'enseignement/apprentissage une fois l'évaluation ou le feedback reçu.
- 7- *Utiliser le feedback pour perfectionner l'enseignement.* Ce principe est fondé sur l'idée qu'un bon feedback informe non seulement l'élève pour l'aider à améliorer son apprentissage, mais aussi l'enseignant pour lui permettre d'ajuster son enseignement. A travers un ensemble d'activités (e.g., questionnements, tâches d'autoévaluation, observations), l'enseignant collecte des informations sur l'état de compréhension de ses élèves qui vont lui permettre de réguler son enseignement.

De nombreux parallèles de ces sept principes peuvent être proposés avec les théories et modèles que nous avons précédemment développés. Par exemple, plusieurs principes recouvrent des similarités avec le modèle de Wiliam (2010) : le premier principe peut être relié à la stratégie 1 (i.e., Clarifier, partager, et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite), le troisième avec la stratégie 3 (i.e., Donner un feedback qui fait progresser les élèves) ou encore le principe quatre avec la stratégie 5 (i.e., Inciter les élèves à être des personnes ressources pour leurs pairs). Les principes deux, trois et six s'apparentent aux principales dimensions du modèle des boucles de feedback développé par Carver et Scheier (1999) et le principe sept peut être référé au concept de régulation interactive (Allal, 2007 ; Mottier Lopez, 2013) prenant part entre l'enseignant et l'élève (ou un groupe d'élève).

Les apports du modèle de Nicol et Macfarlane-Dick (2006) résident donc dans l'agrégation des différents principes de l'évaluation formative avec les éléments constitutifs de l'autorégulation des apprentissages. Nous présentons maintenant une modélisation qui permette d'associer les principes de l'évaluation formative à une pratique d'enseignement fondée sur l'investigation.

3.3. Une modélisation de l'évaluation formative à visée de régulation dans le cadre des ESFI

Tout au long de ce travail de conceptualisation des différents concepts théoriques de notre recherche, nous avons soulevé l'importance des variables relatives aux conditions de mise en œuvre des situations par l'enseignant pour favoriser l'autorégulation des apprentissages. Nous savons que selon la façon dont l'enseignant structure la situation

problème et conçoit les ressources disponibles aux élèves, il sera susceptible de faciliter ou, au contraire, de limiter le développement des compétences métacognitives de ses élèves. Nous avons ainsi soulevé le rôle crucial de l'enseignant pour soutenir le développement des processus d'autorégulation, notamment à travers la présentation des grands principes de l'évaluation formative. Face à cet enjeu, Harlen (2013) suggère de repenser les pratiques actuelles d'évaluation des élèves car elles auraient tendance à freiner la mise en œuvre des ESFI.

« Les méthodes et le contenu traditionnels de l'évaluation des élèves reflètent rarement les grands objectifs de l'ESFI [...] Le défi est alors de modifier les pratiques d'évaluation des élèves afin qu'elles aient un rôle de soutien dans ce mode d'enseignement des sciences » (Harlen, 2013, p. 31).

Les modèles de l'évaluation formative et de l'ESFI que nous avons convoqués nous permettent d'esquisser une articulation de ces pratiques d'enseignement. Notre volonté d'aboutir à une catégorisation conceptuelle nous permettant d'appréhender conjointement la pratique de l'évaluation formative dans le cadre d'ESFI d'une part, et l'autorégulation des apprentissages des élèves d'autre part, nous conduit à proposer une modélisation de nos trois variables d'étude à partir des trois processus centraux identifiés dans la littérature.

Tableau 5. Modélisation de l'évaluation formative à visée de régulation dans le cadre des ESFI

<i>Processus</i>	<i>Variables</i> Evaluation formative	Autorégulation des apprentissages	Etapes dans les ESFI
(1) Collecte de preuves	Où sont les élèves dans leurs apprentissages ? (Stratégie 2)	Où est-ce que j'en suis ? Quel est mon état actuel ?	Hypothèses, Argumentation, Communication des résultats
(2) Jugement sur les buts et critères de réussite	Où doivent-ils aller ? (Stratégie 1)	Quel est mon but ? quel est l'objectif, le standard à atteindre ?	Conception de protocoles, Formulation de conjectures, Confrontation des hypothèses et résultats
(3) Choix sur les prochaines étapes	Comment, et par quelles étapes peuvent-ils y aller ? (Stratégies 3, 4, 5)	Comment puis-je atteindre mon but ? Quelles stratégies mettre en œuvre pour l'atteindre ?	Exploitation des résultats, Débat, Opérationnalisation, Structuration des connaissances

Cette classification permet une mise en parallèle des questionnements qui guident l'action de l'enseignant (Harlen, 2013) avec ceux qui guident l'action d'apprenants autorégulés (Carver & Scheier, 1999). Les liens entre la pratique d'une évaluation formative et d'un enseignement fondé sur l'investigation apparaît pertinent au regard de ces éléments théoriques. L'hypothèse qu'une conception partagée de ces principes produise des effets positifs sur la régulation des apprentissages et des enseignements semble alors cohérente. La question reste de savoir comment mettre en lumière ce lien car, jusqu'alors, les effets de ces pratiques sur la régulation des apprentissages des élèves n'ont pas encore été clairement démontrés.

Chapitre V - Perspectives de recherche, problématique et hypothèses de travail

Dans les chapitres précédents, nous avons exposé divers facteurs susceptibles d'influencer l'autorégulation des apprentissages des élèves. Qu'ils soient relatifs aux pratiques d'enseignement ou propres aux processus internes des élèves, ils ont fait l'objet de nombreuses recherches.

Dans ce chapitre, nous formaliserons les différentes questions que soulèvent la littérature sur les impacts supposés de l'évaluation formative sur les apprentissages des élèves. Dans cette perspective, un ensemble d'autres questions va émerger sur la façon d'opérationnaliser les concepts étudiés. C'est après avoir circonscrit la problématique de cette thèse que nous les présenterons.

1. Problématique

Notre recherche se destine à comprendre comment, mais aussi sous quelles conditions, les élèves autorégulent leurs apprentissages lors de séances fondées sur l'investigation.

Nous nous focalisons sur l'évaluation formative car le statut accordé à l'erreur dans ce type de démarche d'enseignement est différent des autres formes d'évaluation, et ce, pour plusieurs raisons.

D'abord, ces évaluations interviennent tout au long de la construction des apprentissages de la séquence et ne se limitent pas à clôturer cette dernière. Son rôle est tout autre, il s'agit de donner des informations aux enseignants sur la qualité des acquisitions des élèves, les obstacles qu'ils rencontrent et les progrès qu'ils réalisent. Le statut de l'erreur est donc bien de situer les apprentissages des élèves mais aussi de favoriser le progrès. En ce sens, l'erreur est nécessaire pour avancer. Ensuite, dans le cadre de séances fondées sur l'investigation, la mise en place de ce type d'évaluation apparaît particulièrement propice aux apprentissages du fait que la démarche de résolution, et les propositions de solution qui en découlent, sont le fruit d'une construction progressive des savoirs menée dans une visée épistémique et pragmatique. Ainsi, les enseignements fondés sur l'investigation, renforcés par l'évaluation formative, visent un équilibre entre la construction des connaissances et l'appropriation des savoirs. Enfin, les régulations prennent place dans les adaptations des stratégies de l'enseignant et se réalisent en

exploitant les informations produites par l'évaluation formative. De fait, l'enseignant qui met en œuvre une évaluation formative vise à se coordonner avec l'activité de l'élève en cours d'apprentissage.

L'évaluation formative peut donc être envisagée comme un levier pour soutenir et développer l'autorégulation des apprentissages des élèves (e.g., Clark, 2012 ; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006 ; Perrenoud, 1998 ; Wiliam, 2010, 2014) et, dans le même temps, constituer une aide pertinente pour les enseignants afin de réguler les processus d'enseignement et d'apprentissage dans l'objectif de favoriser leur progression (Allal & Mottier Lopez, 2007). Même si de nombreuses recherches ont montré les effets positifs de ces évaluations sur le développement des compétences et les apprentissages autonomes des élèves (e.g., Black & William, 1998; Deaudelin et al., 2007 ; Allal, 1993a, 1993b), ces résultats ne font cependant pas l'unanimité (Dunn & Mulvenon, 2009 ; Kingston & Nash, 2011, 2012). De nombreux facteurs semblent en effet influencer considérablement son efficacité. Nous savons par exemple que les feedback exercent un rôle central dans la pratique d'évaluation formative mais que leur efficacité semble dépendre de multiples critères quant aux rôles exercés par les enseignants et les élèves dans ce processus (e.g., Hattie & Timperley, 2007 ; Kluger & deNisi, 1996 ; Shute, 2008 ; Torrance & Pryor, 1998). Le contexte dans lequel s'inscrit l'évaluation formative semble également jouer un rôle déterminant sur la façon dont les élèves comprennent et acceptent ces évaluations comme une aide pour leurs apprentissages (e.g., Ames, 1992 ; McMillan, 2010, Nurra et al., 2013). Enfin, le choix des tâches opéré par l'enseignant, la façon dont il structure les situations et conçoit les ressources disponibles aux élèves, vont conditionner l'efficacité de l'évaluation mise en place et les modalités de régulation de l'apprenant (Allal, 2007 ; Mottier Lopez, 2012).

Ce corps de recherches montre qu'il y a différentes façons de concevoir l'évaluation formative et que, selon les modalités de sa mise en œuvre par les enseignants, elle sera plus ou moins susceptible de générer de l'autorégulation. Nous entendons ainsi par modalités la diversité des stratégies d'évaluation formative mises en œuvre mais aussi leur combinaison. C'est à partir de ce constat que nous construisons notre questionnaire général : quelles sont les différentes modalités d'évaluation formative qui favorisent le développement de l'autorégulation des apprentissages des élèves dans le cadre des ESFI ? Ce travail de thèse a pour objet de répondre à cette question.

Nous présentons maintenant les questions de recherche qui ont soutenu notre réflexion et les différents angles d'approche mobilisés pour y répondre.

2. Questions de recherche

Au regard des acceptions théoriques précédemment développées, nous formulons des questions de recherche qui se situent sur deux plans distincts : empirique et méthodologique.

Sur le plan empirique, il s'agit de considérer les effets de différentes pratiques d'évaluation formative sur les processus d'autorégulation des apprentissages des élèves. La littérature indique que certaines modalités de mises en œuvre de l'évaluation formative sont favorables à l'autorégulation des apprentissages des élèves. Ainsi, il nous semble légitime de questionner la diversité de ces pratiques d'évaluation ainsi que les processus d'autorégulation qu'elles sont supposées générer :

- Quels processus d'autorégulation sont soutenus par l'évaluation formative dispensée dans le cadre d'un ESFI ?
- Et inversement, quelles sont les modalités d'évaluation formative efficaces à leur soutien ?

Nous avons fait le choix d'opérationnaliser les stratégies d'évaluation formative à travers deux modalités : la première concerne les stratégies d'évaluation dites « ordinaires » qui sont mises en œuvre par les enseignants de sciences et de mathématiques dans le cadre de leur pratique de classe habituelle. La seconde concerne les stratégies d'évaluation formative dites « élaborées » en ce qu'elles répondent aux objectifs d'efficacité soulevés par la littérature pour soutenir l'autorégulation des apprentissages des élèves.

Notre questionnement sera complété par la question des effets que produit l'intervention d'une personne extérieure, en l'occurrence un médiateur scientifique, qui mène conjointement avec l'enseignant une séance d'enseignement fondée sur l'investigation :

- En quoi les médiateurs scientifiques sont-ils susceptibles de modifier la nature des interactions entre les élèves, et plus largement la régulation de leurs apprentissages ?

Les considérations méthodologiques sont relatives à la construction d'indicateurs spécifiques à nos variables d'intérêt et à leur identification *in situ*. Peu de recherches se sont concrètement focalisées sur la mesure des pratiques d'évaluation formative en classe de sciences et de ses effets sur l'autorégulation des apprentissages des élèves en situation d'enseignement. Puisque l'autorégulation est, par définition, un processus interne à l'individu, son étude n'est pas tâche aisée. La littérature dans ce champ trace les limites qui peuvent être attribuées aux mesures auto-rapportées pour accéder aux processus cognitifs des sujets, ainsi que les biais indissociables à l'activité d'interprétation des comportements des individus. Ainsi, une réflexion sur les outils qui permettent de mesurer les effets annoncés de ces pratiques d'enseignement sur les apprentissages des élèves doit être menée :

- De quels indicateurs disposons-nous pour identifier, en situation écologique de classe, les stratégies d'évaluation formative et les processus de régulation des apprentissages des élèves ? Une systématisation du recueil de ces processus est-elle possible ?
- Dans quelle mesure est-il possible d'isoler le poids des situations et des ressources pour aboutir à une classification générique des modalités de l'évaluation formative et des processus d'autorégulation ?

3. Hypothèses de recherche

A la lumière des travaux de recherche présentés dans les chapitres précédents, nous considérons que les pratiques d'évaluation formative ne sont pas toutes bénéfiques. Dans cette thèse, nous faisons l'hypothèse que certaines modalités d'évaluation formative sont plus ou moins susceptibles de favoriser le développement de l'autorégulation des apprentissages des élèves.

L'explicitation des critères de réussite semble tout d'abord constituer la pierre angulaire d'une évaluation pour l'apprentissage, susceptible d'influencer la motivation et la persévérance des élèves dans les tâches selon qu'ils perçoivent ou non leurs finalités. D'autre part, ces pratiques, qui se déclinent vers une plus ou moins grande prise en compte de la diversité des élèves, devraient produire des effets différenciés sur la régulation des apprentissages des élèves. Dans cette perspective, nous suggérons que l'enseignant qui promeut la responsabilisation des élèves dans la conduite de leur activité, à travers

l'utilisation combinée d'outils à la fois formels et informels d'évaluation, conduira les élèves à une plus grande diversification des ressources mobilisées pour conduire de façon efficace et autonome leur activité. Ainsi, des stratégies d'évaluation formative élaborées, combinées de façon cohérente à l'activité de démarche d'investigation, seront supposées favorables au soutien des processus d'autorégulation des élèves.

Nous formulons une hypothèse complémentaire liée aux effets que produit la présence d'un médiateur scientifique dans la classe qui conduit conjointement avec l'enseignant la séance. Nous pensons que, de par la position spécifique que ce médiateur tient en classe, les interactions entre le médiateur et les élèves devraient être perçues et acceptées différemment par les élèves. Ainsi, nous supposons que la posture tenue par cet expert scientifique est susceptible de favoriser l'appropriation des buts de l'enseignement par les élèves, l'auto-questionnement et la recherche autonome des prochaines étapes de résolution, sans avoir nécessairement besoin de formaliser l'évaluation formative par un quelconque outil formel (e.g., grille d'autoévaluation). Les stratégies informelles d'évaluation formative mises en œuvre par le médiateur seraient alors susceptibles de constituer un soutien à l'autorégulation de l'élève.

4. Opérationnalisation

Afin de répondre à nos questions de recherche, et de vérifier ou infirmer nos hypothèses, nous avons choisi de conduire notre recherche en contexte écologique de classe et de recueillir des données filmiques. Pour nous permettre de dégager l'effet des différentes pratiques d'évaluation formative sur la régulation des apprentissages nous avons fait le choix d'isoler les variables « contexte » (i.e., établissement scolaire), « enseignant » et « contenu d'enseignement ». En d'autres termes, il s'agit de comparer différentes pratiques d'évaluation mises en œuvre par le même enseignant, dans le même établissement, au même niveau d'enseignement et sur un même contenu, ce qui, pour des raisons à la fois éthiques et méthodologiques, implique nécessairement des élèves différents. En effet, concevoir des analyses sur un même groupe d'élèves impliquerait des obstacles liés à l'impossibilité pour l'enseignant de dispenser deux fois la même séance auprès des mêmes élèves. Par là même, cela impliquerait un autre biais relatif à l'effet d'entraînement et/ou d'apprentissage des élèves.

Nous ne pouvons qu'assumer le poids des facteurs personologiques propres aux élèves, chacun d'entre eux possédant intrinsèquement plus ou moins de compétences d'autorégulation. Les effets dégagés sur ces processus constituent à ce niveau une limite à notre étude. C'est la raison pour laquelle une analyse à plus grande échelle, sur un plus grand nombre de sujets, serait nécessaire pour pouvoir identifier des régularités et ainsi dégager des patterns. Toutefois, nous insistons sur la visée première de ce travail qui se veut avant toute chose compréhensive. L'étude réalisée sur des cas particuliers participe à notre volonté d'identifier les processus à l'œuvre dans le cadre des ESFI en vue de construire des indicateurs d'analyse identifiables *en situation* de classe. Parvenir à cet objectif d'opérationnalisation participera à une meilleure compréhension des choix pédagogiques et didactiques des enseignants et de leurs effets, dans l'objectif d'améliorer les acquisitions et la motivation des élèves en classe de sciences. L'articulation des résultats obtenus dans le cadre de cette thèse devrait ainsi permettre de mieux comprendre comment, et sous quelle forme, les évaluations formatives favorisent ou non l'autorégulation des apprentissages des élèves dans le cadre des enseignements fondés sur l'investigation.

Partie B - METHODOLOGIE : IDENTIFIER LES PRATIQUES, MESURER LES PROCESSUS

La partie précédente a apporté un éclairage conceptuel sur la pratique de l'évaluation formative en salle de classe et sur l'autorégulation des apprentissages qui constituent les fondements théoriques de cette recherche. La visée première de cette thèse est d'interroger, d'abord, les moyens permettant d'identifier ces processus pour pouvoir, ensuite, déterminer les pratiques d'évaluation favorables au soutien de l'autorégulation des apprentissages dans le cadre des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation (ESFI). Les questions et les hypothèses de recherche qui découlent de l'articulation de ces concepts ont été exposées. Nous allons maintenant présenter les éléments constitutifs de notre méthodologie mis au point pour y répondre.

Cette deuxième partie se décompose en trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous présenterons le contexte au sein duquel nous avons conduit notre étude, et notamment les dispositifs sur lesquels nous sommes appuyée pour tester nos variables. C'est dans ce même chapitre que nous présenterons à la fois notre groupe de sujets et le contenu des séances d'enseignement qui sont étudiées.

Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation de notre méthode de recueil des données et au protocole emprunté pour répondre à nos questions de recherche.

Enfin, dans le troisième chapitre, nous présenterons les choix méthodologiques réalisés pour produire nos résultats. Nous y détaillerons nos indicateurs d'analyse pour chaque variable étudiée et la façon dont nos données seront traitées.

Chapitre I - Contexte de la recherche et groupe de sujets

Ce chapitre va être consacré à la description du contexte de recherche dans lequel nos hypothèses seront testées. Nous présenterons les dispositifs dans lesquels nous nous sommes insérée pour construire notre étude et opérationnaliser notre recherche. Cette première contextualisation nous amènera ensuite à présenter la façon dont nous avons sélectionné notre groupe de sujets. Nous présenterons, enfin, le contenu des séances d'enseignement (i.e., mathématiques, sciences physiques et chimiques, sciences de la vie et de la terre) étudiées.

1. Présentation du contexte de la recherche

Notre étude s'inscrit dans deux projets spécifiques qui nous permettent de tester les deux hypothèses formulées dans la partie précédente. Tout d'abord, pour tester l'hypothèse qui se situe au niveau principal et qui concerne les enseignants de sciences et de mathématiques, nous nous sommes impliquée dans un projet local : le LéA EvaCoDICE.

Ensuite, pour tester l'hypothèse complémentaire relative à l'effet produit par la présence d'un médiateur scientifique dans la classe, nous nous sommes tournée vers le dispositif Maths à Modeler. Chacun de ces projets, qui constitue deux contextes distincts, vont être successivement présentés.

1.1. Le dispositif LéA EvaCoDICE

Notre recherche s'inscrit dans un LéA (Lieux d'éducation Associés), il s'agit d'un dispositif mis en place par l'Institut Français de l'Education (IFé). Le LéA dans lequel notre recherche s'inscrit porte sur l'évaluation et l'approche par compétences dans les démarches d'investigation au collège et à l'école (EvaCoDICE). Ce projet de recherche se caractérise par une forte collaboration entre les écoles et les collèges, l'inspection et le rectorat (CARDIE), l'équipe de recherche du Laboratoire des Sciences de l'Education (EA602) et l'équipe de formation de l'ESPE (École Supérieure du Professorat et de l'Education) de Grenoble. Le LéA EvaCoDICE constitue par ailleurs la partie expérimentale du projet européen ASSIST-ME (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education) qui vise la création d'outils d'évaluation pour les enseignants de sciences et les élèves. Le LéA EvaCoDICE, situé dans l'académie de Grenoble, se

compose de quatre écoles et deux collèges. Les enseignants impliqués dans le projet forment le terrain d'étude de notre présente recherche.

Accompagnés d'enseignants chercheurs et de didacticiens, les enseignants participent à la conception et à l'expérimentation de séances d'enseignement fondées sur l'investigation intégrant des outils d'évaluation formative selon une approche de type *DI-Formation* (Gueudet & Lebaud, 2013). Dans cette approche, les situations sont construites autour d'une question professionnelle que les participants doivent résoudre de façon collaborative. L'accent est mis sur l'évaluation par compétences dans les ESFI (e.g., DI, tâches complexes, problèmes ouverts, démarches de projet, etc.) dans l'objectif de modifier les conceptions des élèves sur la place de l'erreur et de valoriser les réussites de chacun. Les disciplines concernées sont les mathématiques, les sciences physiques et chimiques, les sciences de la vie et de la terre et la technologie. Les objectifs du LéA s'organisent autour de trois thèmes :

- Les effets de différents outils d'évaluation sur les élèves (motivation, autorégulation) ;
- Les conditions de mise en œuvre des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation et des évaluations formatives qui favorisent l'autorégulation des apprentissages ;
- Les modalités de coopération dans une dynamique école-collège.

La durée du projet est de trois ans, débuté à la rentrée scolaire de septembre 2012, il s'est clôturé en juillet 2015. La collaboration au sein des membres du LéA fonctionne à deux niveaux : (1) le niveau pluridisciplinaire, pour lequel la collaboration se tient avec l'équipe entière et (2) le niveau disciplinaire pour lequel la coopération s'effectue autour d'une même discipline, au sein de réunions spécifiques, avec une équipe mixte d'enseignants d'école et de collègue, de chercheurs et de didacticiens.

1.1.1. *Structure du projet et modalités de travail*

Notre recherche a pris part au cours des deux premières années du projet, la dernière étant destinée au test, à l'amélioration et aux moyens de diffusion des séquences. Chaque année, trois journées de regroupement en présentiel sont planifiées à intervalle régulier. Chaque journée se caractérise par un travail en équipe entière lors de la matinée, et par un travail en équipe disciplinaire lors de l'après-midi. Chacune de ces journées se déroule selon les principes d'une *DI-formation* tels qu'explicités par Gueudet et Lebaud (2013), qui

consiste à traiter un problème professionnel commun, en partant des pratiques des enseignants, en vue de favoriser la co-construction. Lors de ces journées, les enseignants participent également à des mises en situation de démarches d'investigation dans une des disciplines. Une plateforme numérique permet, tout au long de l'année, des interactions à distance entre les membres de l'équipe dans le but de partager des ressources et de garder trace des journées de regroupement.

Les sessions de regroupement au sein des équipes disciplinaires visaient la modification et l'enrichissement de séances préexistantes, sélectionnées par les enseignants à partir de leurs pratiques, en vue d'intégrer les différents objectifs développés en formation. Des aménagements didactiques ont été apportés pour une meilleure prise en compte des difficultés des élèves mais aussi afin d'augmenter les moyens de prise d'information, d'une part, par l'enseignant sur la progression de ses élèves dans la tâche et dans leurs apprentissages (e.g., temps de débats, temps de travail individuel et de groupe etc.) et, d'autre part, par les élèves eux-mêmes pour évaluer leur propre progression (e.g., grille d'autoévaluation, temps d'argumentation etc.).

1.1.2. *Contenu de formation des deux premières années du dispositif*

Lors de la première année, les trois journées de travail en commun se sont déroulées de la façon suivante : la première journée a d'abord eu pour objectif de caractériser un ESFI, puis de sélectionner, à partir des pratiques des enseignants, une séance spécifique qui serait travaillée avant d'être expérimentée en classe. Lors de la deuxième journée, il s'agissait de questionner les moyens et outils de mise en œuvre d'une évaluation formative au cours de séances de type ESFI. L'évaluation formative a été présentée comme un moyen d'aider à la fois les élèves dans la compréhension et la maîtrise des apprentissages visés, et les enseignants pour conduire leur enseignement en tenant compte de l'avancée des élèves. C'est en partant des pratiques des enseignants que chaque équipe disciplinaire a ensuite sélectionné des outils d'évaluation et proposé des modalités de mise en œuvre. La troisième journée était consacrée aux échanges sur les séances d'investigation construites dans les équipes disciplinaires et au test des outils d'évaluation sélectionnés.

Lors de la deuxième année du dispositif, le travail collaboratif a pris la forme suivante : la première journée de regroupement consistait à présenter les différents outils élaborés dans chaque discipline et les différentes modalités d'évaluation formative

susceptibles d'être mises en place dans les séances. Une mise en commun en équipe complète a ainsi permis de faire émerger des modalités de mises en œuvre transversales aux disciplines. La seconde journée visait à interroger le poids des médiateurs de la régulation en classe ainsi que les facteurs de développement et de soutien des processus d'autorégulation des apprentissages. Le focus était porté sur les moyens d'observer l'activité des élèves, de concevoir des situations pour favoriser la régulation des apprentissages et de fournir des feedback adéquats. Enfin, lors de la troisième journée, il s'agissait de résumer l'ensemble du travail effectué en élaborant des fiches correspondant aux différentes situations d'investigation expérimentées, incluant des outils formels d'évaluation formative, en vue de les diffuser.

1.2. La structure fédérative Maths à Modeler

Une partie de notre recherche explore la question du statut d'une personne extérieure et de son impact sur la façon dont les élèves perçoivent les rétroactions qui leur sont adressées. Pour traiter cette question, nous avons choisi de nous intéresser à la place tenue par les médiateurs scientifiques de la structure fédérative Maths à modeler. L'objectif poursuivi par cette structure est de sensibiliser les élèves et le grand public à la pratique scientifique et à la recherche dans le domaine des mathématiques à travers l'utilisation de jeux et de casse-têtes faciles d'accès (Pastori, 2013 ; Gandit, Giroud, & Godot, 2011). Les membres de l'équipe de recherche se composent de chercheurs en mathématiques discrètes¹⁶ et de chercheurs en didactique des mathématiques. L'équipe propose, entre autres, l'animation d'ateliers à destination d'élèves de collèges et de lycées.

1.2.1. Les situations de recherche

Les situations de recherche proposées aux élèves dans le cadre des ateliers sont inspirées de problèmes de la vie courante qui visent à induire la preuve en mathématique. Les actions de cette structure prennent différentes formes, en classe ou hors-classe. Dans le cadre scolaire, les situations de recherche sont proposées en primaire au cycle 3, au collège et au lycée. Les médiateurs Maths à modeler proposent aux élèves de résoudre des problèmes mathématiques dont la résolution conduit à une démarche proche de celle du chercheur : tâtonnement, expérimentation, modélisation, élaboration de conjectures, recherche et rédaction de preuves, validation, généralisation et diffusion. Les problèmes

¹⁶ Mathématiques du dénombrables par opposition au continu.

sont adaptés sous la forme de jeux scénarisés et matérialisés. Chacune des situations proposées se base sur une étude fine d'ingénieries didactiques (Grenier & Payan, 2002).

Les principes généraux de ces situations sont les suivants :

- le point de départ de la situation est une question facilement compréhensible par le destinataire du problème ;
- les méthodes de résolution ne sont pas désignées *a priori* ;
- les principaux savoirs visés sont liés à la démarche de recherche en mathématiques (e.g., modélisation, preuve, contre-exemple, conjecture etc.) ;
- le domaine conceptuel du problème est facile d'accès ;
- le problème est ouvert et la résolution peut conduire à se poser de nouvelles questions.

1.2.2. *Les ateliers Maths à Modeler*

Les ateliers sont conduits en salle de classe, sur des heures de cours ou sur des temps périscolaires. Ces ateliers se caractérisent par des séances hebdomadaires d'une heure, voire d'une heure trente, et se répartissent sur un semestre (entre six et huit séances selon les disponibilités et contraintes des enseignants et des intervenants). Ces ateliers, menés conjointement par l'enseignant de mathématiques et le médiateur scientifique, prennent place directement au sein de l'établissement.

L'enchaînement des ateliers est le suivant : la première séance est destinée à la familiarisation et à l'appropriation du problème ; la deuxième et la troisième séance sont consacrées à la simplification du problème en reprenant des cas particuliers simples qui permettent d'emmener les élèves vers des conjectures plus générales ; les séances quatre et cinq sont consacrées à l'élaboration de preuves en vue d'aboutir à une généralisation ; la sixième et septième séances sont consacrées à la validation de l'ensemble de l'activité à travers la mise en commun des résultats et des questions des élèves. Ces deux dernières séances participent à la préparation de la valorisation de leur travail qui se concrétise par un « séminaire Maths à Modeler junior » les semaines suivant la fin des ateliers. Lors de ce séminaire, qui se déroule généralement dans un amphithéâtre de l'université, les élèves présentent à tour de rôle, avec une ou plusieurs autres classes participantes, l'aboutissement de leur recherche.

2. Le choix du groupe de sujets

Nous allons présenter maintenant les sujets de notre étude en détaillant graduellement les caractéristiques des établissements, des enseignants, puis des élèves. Puisque nous n'avons pas mis en place une procédure d'échantillonnage (en son sens statistique), nous préférons parler ici de groupe de sujets.

2.1. Deux établissements classés en Réseaux Réussite Scolaire

Les deux établissements impliqués dans notre recherche sont deux collèges classés en Réseau d'Education Prioritaire¹⁷ (REP). Les objectifs de la réforme de l'éducation prioritaire de 2006 sont centrés sur le socle commun de connaissances et de compétences et la réduction des écarts entre les élèves issus de l'éducation prioritaire et les autres. Les deux établissements bénéficient d'un renforcement de la structuration et du pilotage pédagogique ainsi que d'un accompagnement des équipes pédagogiques.

Par ailleurs, ces deux établissements mènent une expérimentation¹⁸ depuis 2011 pour l'un, et 2012 pour l'autre, de « classes compétences sans note » pour les niveaux de 6^{ème} et 5^{ème}. La mise en œuvre de cette expérimentation fait suite à différents constats¹⁹. Un système de notation qui décourage les efforts, créé des tensions entre les « bons » et les « mauvais » élèves et qui soulève des contradictions dans les missions et les pratiques de l'enseignant. Il provoque, par là même, des difficultés dans la gestion de l'hétérogénéité des niveaux dans les classes et des difficultés d'adaptation des élèves entrant au collège²⁰. Les objectifs poursuivis par cette expérimentation visent à mettre en évidence les compétences et capacités des élèves pour leur permettre de conserver une bonne estime d'eux-mêmes et instaurer une relation de confiance entre professeurs, élèves et parents. C'est dans ce contexte que les enseignants des deux établissements ont été progressivement sensibilisés à la problématique de l'évaluation de leurs enseignements.

¹⁷ Les deux collèges de notre étude obtiennent un taux de réussite au brevet (83.90 et 70.70) inférieur aux moyennes du département et de l'académie qui sont respectivement 85.30 et 86.40 en 2010

¹⁸ Innovation suivie par le DRDIE (Département Recherche et Développement en Innovation et en Education) au Ministère -DGESCO.

¹⁹ <http://eduscol.education.fr/experitheque/consultFicheIndex.php?idFiche=10184>

²⁰ Décrochage des élèves les plus en difficulté en classe de 6ème (10 élèves sur 85 en 2009) et redoublement pour 1/3 des élèves en classe de seconde générale (2009)

2.2. Caractéristiques des enseignants

Notre recherche se focalise sur les enseignements scientifiques dispensés dans le secondaire. Par conséquent, les professeurs des écoles, également impliqués dans le projet, ne font pas partie de notre groupe de sujets. Les enseignants de collège impliqués dans le dispositif au début du projet étaient au nombre de sept, répartis de la sorte dans les disciplines suivantes :

- trois enseignants de mathématiques ;
- deux enseignants de sciences de la vie et de la terre (SVT) ;
- deux enseignants de sciences physiques et chimiques (SPC).

Deux d'entre eux n'ont pas pu poursuivre le projet lors de la seconde année (i.e., congé maternité et mutation). De fait, nous ne retenons que les cinq enseignants impliqués durant les deux années complètes pour notre recherche. Pour l'heure, notre groupe de sujets se compose de deux enseignants de mathématiques, deux enseignants de SPC et un enseignant de SVT. Tous ces enseignants possèdent au minimum sept années d'expérience d'enseignement. Un numéro a été attribué à chaque enseignant afin de préserver leur anonymat (Tableau 6).

Tableau 6. Groupe de sujets et anonymisation

Numéro et code enseignant	Discipline	Genre
Enseignant 1 - P1	SVT	Femme
Enseignant 2 - P2	Mathématiques	Homme
Enseignant 3 - P3	Mathématiques	Femme
Enseignant 4 - P4	SPC	Femme
Enseignant 5 - P5	SPC	Femme

2.3. Caractéristiques des médiateurs Maths à Modeler

Les médiateurs de l'équipe Maths à Modeler se composent généralement de chercheurs et doctorants en mathématiques discrètes et en didactique des mathématiques. Afin de constituer le groupe de sujets de cette étude, nous avons sélectionné deux médiateurs ayant des profils distincts : le premier est un médiateur que nous caractériserons d'« expert ». Celui-ci est membre de la fédération de recherche et possède une large

expérience dans la conduite des ateliers. Par ailleurs, il participe activement à la formation des médiateurs non membres de la fédération de recherche pour conduire ces ateliers dans les classes. Le deuxième médiateur est un étudiant doctorant en mathématiques qui débute dans l'animation de ce type d'atelier. Nous le nommons médiateur « novice ». Ce médiateur participe à l'animation des ateliers Maths à Modeler dans le cadre des formations du collège doctoral. Avant de débiter l'animation des ateliers, il a suivi une formation lors de laquelle plusieurs problèmes, qui sont au cœur des situations proposées dans les ateliers, lui ont été donnés à réfléchir durant plusieurs semaines. Ensuite, une mise en commun avec le formateur lui a permis de faire le point sur les résultats obtenus et de sélectionner la situation qu'il souhaitait animer. Un modèle de déroulement basé sur six à huit séances hebdomadaires lui a alors été présenté, accompagné de quelques principes généraux de gestion (i.e., faible intervention et relance par le « pourquoi ? ») et de stratégies souvent repérées chez les élèves.

2.4. Caractéristiques des élèves

Face à la précision d'analyse nécessaire pour l'approche des processus d'autorégulation des apprentissages, nous ne pouvons étudier l'ensemble des élèves d'une classe. De fait, plutôt que de constituer un « groupe classe », nous avons sélectionné un groupe d'élèves (i.e., une table) dans chacune des classes en tant que « *unités de sens* » au sens de Blanc, Baurens et Griggs (2008). Le groupe de chaque classe sur lequel nous nous sommes focalisée se compose de deux à quatre élèves selon les disciplines. Nous avons délégué le choix du groupe à étudier à l'enseignant pour plusieurs raisons.

D'une part, il était important, au regard de nos objets de recherche, que les élèves sélectionnés soient les plus représentatifs possibles d'élèves de niveau scolaire « moyen ». Nous entendons par « moyens » des élèves ni trop faibles, ni trop forts, en termes de niveau scolaire académique. Sans cela, nous serions conduites à discriminer une certaine catégorie d'élèves et à attribuer de façon abusive les effets de certaines actions de l'enseignant sur celles des élèves. En outre, des élèves en difficulté scolaire ont probablement plus de mal à extérioriser certains processus métacognitif et motivationnels que des élèves ayant un niveau scolaire élevé et des prédispositions à s'autoréguler.

D'autre part, l'enseignant est de loin le plus à même de nous renseigner sur le niveau à la fois scolaire, motivationnel et affectif de ses élèves. En effet, nous considérons que le

choix des sujets imposé par le chercheur, fondé sur la seule donnée des résultats scolaires académiques, occulte un nombre important d'autres facteurs qu'il nous semble pourtant primordial de considérer lorsque l'on vise l'étude de tels processus. Ainsi, nous avons souhaité prendre en considération les aspects personologiques des élèves, tels que leur capacité à s'exprimer, à travailler en groupe, à faire valoir leurs idées, etc.

La consigne que nous avons formulée aux enseignants pour qu'ils réalisent ce choix au plus près de nos objectifs était la suivante : « *sélectionner un groupe d'élèves de niveau scolaire moyen, ayant certaines affinités, ou ayant l'habitude de travailler ensemble, et s'exprimant facilement à l'oral.* » Nous avons intégré ces conditions car nous avons anticipé un « effet caméra » parfois difficile à gérer chez les élèves réservés qui refusent alors de s'exprimer. Par ailleurs, la volonté d'étudier un groupe de préférence déjà constitué faisait suite au besoin de ne pas perturber le fonctionnement habituel de la classe et les risques de mésententes liés aux choix imposés pour les « besoins de l'expérience ».

Le nombre d'élèves qui constituait le groupe était, la plupart du temps, contraint par la configuration de la classe. Ce sont principalement des groupes de deux élèves pour les disciplines expérimentales (du fait de la taille et de la disposition des paillasses) et des groupes de quatre élèves en mathématiques. En fonction des séances d'enseignement étudiées, le niveau scolaire des élèves varie : les groupes d'élèves étudiés en mathématiques sont en classe de 6^{ème} (11-12 ans), en SPC ce sont des élèves de 5^{ème} (12-13 ans) et en SVT des élèves de 4^{ème} (13-14 ans).

Pour les ateliers Maths à Modeler, c'est d'abord le choix des médiateurs qui a ensuite déterminé le niveau scolaire des élèves. Ainsi, le groupe d'élèves du médiateur « expert » est en classe de seconde (15-16 ans) et celui du médiateur « débutant » en classe de 6^{ème}.

3. Présentation des séances d'enseignement fondées sur l'investigation

En premier lieu, nous détaillons, dans le cadre du LéA EvaCoDICE, les séances sélectionnées par les équipes disciplinaires du projet. Chaque enseignant a mis en œuvre une même séance d'ESFI sélectionnée au sein de son équipe disciplinaire lors de la première année du dispositif, puis une seconde fois lors de la deuxième année. Nous présentons le contenu de l'activité tel qu'il a été proposé aux élèves lors de la première mise en œuvre, puis les modifications apportées lors de la deuxième mise en œuvre.

Les modifications sont le fruit du travail collaboratif qui a pris part au sein du LÉA par le biais des échanges entre les enseignants et les didacticiens à partir de leurs expériences, des difficultés rencontrées lors de leur première mise en œuvre, et des productions de leurs élèves. Les supports d'évaluation sont également détaillés. Toutes les feuilles d'activité distribuées aux élèves sont disponibles en annexe 1 (pp. 332-342).

En second lieu, nous présentons les deux situations de recherche sélectionnées dans le cadre des ateliers Maths à Modeler.

3.1. La séance de SVT : Le moteur des éruptions volcaniques

3.1.1. 1^{ère} mise en œuvre

La séance de sciences de la vie et de la terre sélectionnée par l'équipe disciplinaire est celle du moteur des éruptions volcaniques dispensée en classe de 4^{ème}. Cette séance est un travail sur la modélisation de l'éruption volcanique et son interprétation. Les élèves ont vu, lors de la séance précédente, que les produits émis par le volcan (i.e., gaz, lave, projections solides) forment l'édifice volcanique et que le volcanisme se manifeste par des éruptions effusives (lave fluide en coulées) ou explosives (magma visqueux, explosions violente, etc.). Les objectifs de cette séance se situent à différents niveaux :

- *Notionnel* : savoir que le magma remonte car il est chaud (donc plus léger que les roches qui l'entourent) et riche en gaz (ceux-ci tendent à s'échapper et entraînent alors le magma vers la surface).
- *Démarche* : formuler une hypothèse ; élaborer et mettre en œuvre un protocole à partir d'une liste de matériel donnée ; raisonner à l'issue des expérimentations; interpréter des résultats et conclure sur le phénomène.
- *Méthodologique* : communiquer par des phrases, par des schémas et à l'oral ; savoir travailler en groupe et en autonomie ; respecter le matériel.

Le déroulement de la séance est prévu en deux parties correspondant à la mise en œuvre de deux expériences. L'enseignante réalise les expériences au tableau et les élèves doivent individuellement interpréter ces expériences en répondant à trois questions pour chacune d'elles.

Une grille d'évaluation des compétences en trois niveaux est intégrée à la feuille d'activité afin que les élèves aient connaissance des attentes. Celle-ci est complétée par

l'enseignante lors de la correction des feuilles d'activité puis rendue aux élèves la semaine suivante.

Tableau 7. Grille d'évaluation de la première séance de SVT

Compétences	1	2	3
Décrire			
Raisonner			
Schématiser			
Rédiger une conclusion			

3.1.2. 2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées

La séance a été modifiée par l'équipe disciplinaire en vue de valoriser le travail par binômes et d'approfondir la notion de modélisation et son utilité en sciences. Pour répondre à ces objectifs, voici les différentes modifications apportées par l'équipe :

- Une phase lors de laquelle les élèves formulent des hypothèses de réponse au problème posé est intégrée au début de l'activité.
- Les élèves ont la possibilité de travailler en binôme durant toute l'activité ;
- Une question de mise en correspondance des éléments des modèles expérimentaux avec le réel (i.e., l'éruption volcanique) est introduite ;
- Il est demandé aux élèves d'interpréter les résultats de chaque expérience avant de les faire raisonner sur le phénomène ;
- La grille de compétence est modifiée dans le sens des objectifs visés :

Tableau 8. Grille d'évaluation modifiée de la deuxième séance de SVT

Compétences	0	1	2	3
Raisonner				
Rédiger				
Communiquer par un schéma				
S'informer				

En plus de cette grille disponible au verso de la feuille d'activité, chaque niveau est détaillé afin que ce ne soit plus l'enseignante qui réalise l'évaluation une fois l'activité terminée, mais les élèves eux-mêmes au cours de la séance (Figure 7). L'enseignante valide ou invalide ensuite l'évaluation réalisée par chaque élève la semaine suivante.

Barème et critères de réussite

- **Raisonnement** (hypothèses, déduction).
 - 0 = pas d'hypothèse / 1 = hypothèse présente / 2 = hypothèse « introduite » correctement / 3 = hypothèse pertinente par rapport au problème posé.
 - 0 = raisonnement absent ou incohérent / 1 = déduction seule (réponse directe : le moteur est) / 2 = utilisation des connaissances précédentes ou des observations / 3 = 3 étapes présentes : je sais que, j'ai vu que... donc j'en déduis que...
- **Rédiger** (décrire, mise en parallèle des éléments des modèles et de la réalité, conclusion).
 - 0 = pas de description ou incohérente / 1 = réponses décrivant en partie / 2 = réponses partielles mais rédigées / 3 = réponse rédigée et complète.
 - 0 = éléments du modèle incomplet / 1 = éléments du modèle indiqués / 2 = éléments du modèle et de la réalité légendés clairement.
 - 0 = pas de conclusion ou hors sujet / 1 = présence d'un « essai » de conclusion / 2 = conclusion rédigée / 3 = conclusion rédigée répondant au problème posé.
- **Communiquer par un schéma**
 - 0 = pas de schéma ou hors sujet / 1 = dessin seul / 2 = dessin + légendes / 3 = dessin + légendes + titre
- **S'informer** (extraire des informations d'un fait observé).
 - 0 = pas d'information extraite ou hors sujet / 1 = informations incomplètes / 2 = informations complètes mais non mises en lien avec le problème / 3 = informations complètes et mises en lien avec le problème

Figure 7. Barème et critères de réussite de la deuxième séance de SVT

3.2. La séance de mathématiques : Le nombre de diagonales d'un polygone

3.2.1. 1ère mise en œuvre

La séance retenue par l'équipe de mathématiques est celle du nombre de diagonales d'un polygone expérimentée par Balacheff (1988). Le choix de cette séance par l'équipe était lié à la volonté de formuler un problème ouvert pour lequel les élèves seraient amenés à mobiliser des connaissances autour des concepts de diagonales et de polygones afin de développer une démarche de recherche. L'énoncé distribué aux élèves était le suivant : « *Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ? Autrement dit, donne un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de déterminer le nombre de ses diagonales. Explique ta démarche.* ».

Les objectifs d'apprentissage formulés par l'équipe portent sur les savoirs sous-jacents aux catégories *Expérimenter* et *Généraliser* du modèle d'action scientifique de l'élève développé par Gandit (2015). Le principal d'entre eux est de « choisir et savoir choisir des cas particuliers, ni trop simples, ni trop complexes, de manière à pouvoir observer le généralisable derrière le particulier » (Gandit, 2015, p.8). Pour cette séance, il ne s'agit pas de faire rechercher une réponse correcte unique mais d'amener les élèves à :

interpréter le problème, identifier les solutions possibles en faisant des essais, évaluer ces solutions et apprécier le rôle du contre-exemple, formuler des conclusions. L’outil d’évaluation développé par l’équipe est une grille composée de six compétences, chacune étant évaluée selon quatre niveaux :

- correctement mise en œuvre,
- mise en œuvre mais avec des manques qui n’oblitérent pas la démarche,
- mise en œuvre mais avec des manques qui rendent la démarche non valable,
- non mise en œuvre.

Cette grille d’évaluation est distribuée à chaque élève en fin de séance pour s’autoévaluer. L’enseignant(e) valide ou non celle-ci lors de la séance suivante.

Tableau 9. Grille d’autoévaluation de la première séance de mathématiques

Je suis capable de comprendre le problème, de commencer des recherches				
Je suis capable d’émettre des hypothèses, des conjectures				
Je suis capable de mener un raisonnement cohérent, de faire une preuve				
Je sais communiquer ma démarche par écrit ou par oral				
Je fais preuve d’initiative, d’autonomie				
Je suis capable de rester concentré, de travailler dans le calme				

3.2.2. 2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées

Les modifications apportées lors de la deuxième année portent sur différents éléments de la démarche de recherche.

- D’abord, les temps de travail ont été aménagés de façon à introduire un temps de travail individuel en début de séance qui permette aux élèves de réfléchir individuellement au problème puis de s’exprimer, lors d’une mise en commun, sur leur compréhension de l’énoncé et des concepts associés. Les conceptions des élèves ont été recensées par les enseignants pour permettre une meilleure prise en compte de celles-ci et dispenser des feedback plus adaptés.
- Ensuite, la grille de compétences a été retravaillée afin de regrouper certains items et de préciser pour chaque compétence ce qui est attendu. Cette grille d’autoévaluation a été renommée « tableau de progression » (cf. Tableau 10).

- Enfin, un temps de débat en fin de séance en vue de faire expliciter collectivement les conjectures émises par les élèves et de les discuter a été introduit.

Tableau 10. Tableau de progression de la deuxième séance de mathématiques

	1	2	3	4
	J'ai bien compris ce qu'on cherchait, j'ai fait des essais, j'ai eu des idées	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais j'ai fait des erreurs dans mes recherches, j'ai eu des idées.	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais je n'ai pas su comment démarrer. Je n'avais pas d'idée.	Je n'ai pas compris ce qu'on cherchait, je n'ai pas su démarrer.
Comprendre le problème, faire des recherches, faire preuve d'initiative, être original.				
	J'ai donné des réponses ou voté pour des réponses (vraies ou fausses), j'ai proposé des méthodes.	J'ai voté pour des réponses, mais, pour certaines d'entre elles, je ne savais pas pourquoi.	J'ai voté pour des réponses un peu au hasard.	Je n'ai pas voté.
Donner des réponses, émettre des hypothèses ou conjectures, formuler des questions.				
	J'ai trouvé, plusieurs fois, des raisonnements corrects pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien était fausse.	J'ai trouvé, une seule fois, un raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse	Je n'ai trouvé aucun raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse.	Je n'ai pas cherché de raisonnement.
Prouver que c'est vrai, prouver que c'est faux.				
	J'ai rédigé mes raisonnements, ils étaient corrects, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	J'ai rédigé mes raisonnements, il y avait des erreurs, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	J'ai écrit des réponses, mais c'était faux, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	Je n'ai pas écrit de réponse, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat.
Communiquer par écrit ou par oral.				

3.3. La séance de SPC : La température de l'eau portée à ébullition

3.3.1. 1^{ère} mise en œuvre

La séance sur la température de l'eau portée à ébullition est inscrite dans les programmes de 5^{ème} au collège (i.e., chapitre changement d'état de la matière). La séance prend appui sur un phénomène de la vie quotidienne pour présenter une question scientifique : « *Comment varie la température de l'eau lorsqu'on la chauffe ?* ». Les élèves, individuellement ou en binôme, sont amenés à faire des prévisions en choisissant entre trois schémas d'interprétation du phénomène. Une fois ce travail d'association réalisé, une mise en commun permet aux élèves de voir qu'ils ne font pas tous la même prévision. Le but de la séance est alors de voir comment, en physique, il est possible de déterminer quelle est la bonne prévision à travers des manipulations et des expériences. La séance se découpe en trois temps :

- un temps de travail sur la formulation de prédictions ;
- un temps de manipulations et de mesures ;
- un temps destiné à la construction d'un graphique qui permet d'interpréter les résultats de l'expérience en regard des prévisions.

L'outil d'évaluation sélectionné est une grille en quatre niveaux qui permet à l'élève de s'autoévaluer en fin de séance et à l'enseignant de faire un retour individualisé sur celle-ci en fonction de son degré d'accord ou de désaccord avec l'élève. Cette grille (Figure 8) a été proposée par une enseignante de notre groupe de sujets qui l'utilisait dans sa pratique quotidienne. Les points de couleurs sont rappelés pour chacun des quatre niveaux (de deux points verts à un point rouge). Ils se rapportent au référentiel d'évaluation par compétences défini au sein de l'établissement.

		Expert ●●	Apprenti ●	Débutant ●	Non initié ●
Rai-sonner 	Hypothèse	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense et je justifie mon choix à l'aide de ce que je sais	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense observer et je n'arrive pas à l'expliquer		Je n'ai pas choisi d'hypothèse
	Interprétation	Je commente le tableau et je trouve le graphique correspondant	Je trouve le graphique qui correspond au tableau mais je ne l'explique pas	Le graphique que j'ai choisi ne correspond pas aux valeurs du tableau	Je n'ai pas choisi de graphique
	Conclusion	Ma conclusion répond à la question posée. Je suis capable de dire si mon hypothèse est confirmée ou non en expliquant pourquoi	Ma conclusion répond à la question posée. Je suis capable de dire si mon hypothèse est confirmée ou non.	Conclusion sans lien avec les observations, avec la question ou avec l'hypothèse	Je n'ai pas écrit de conclusion
Autonomie 		Mon travail est efficace et je respecte les règles de vie collective	Je demande de l'aide après avoir cherché. Je respecte les règles de vie collective	J'ai besoin de rappels à la règle pour avancer mais je fournis le travail attendu	Ne fait rien ou dérange le groupe
 Réaliser		Graphique construit en respectant les conventions (axes, titre, graduations..)	Point placés correctement mais graphique incomplet	Points mal placés, graphique incomplet	Graphique absent

Figure 8. Grille d'autoévaluation de la première séance de SPC

3.3.2. 2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées

Les modifications apportées sont, de la même façon, issues des expériences ressenties et des difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre de la séance par les enseignants lors de la première année. Les temps de travail en groupe disciplinaire ont abouti à la modification, d'une part, des questions de recherche et la présentation des tâches et, d'autre part, à la refonte de la grille d'autoévaluation.

- Les aménagements proposés font majoritairement écho aux difficultés rencontrées par les élèves pour faire des prédictions et interpréter leurs mesures. Ainsi, la phase d'hypothèse a été modifiée par une activité de découpage et d'association de différentes prévisions à leur représentation graphique. Deux précisions ont également

été intégrées directement à la feuille d'activité : « Remarque : le chauffage est réglé au maximum et l'énergie fournie par l'appareil de chauffage à l'eau ne varie pas au cours du temps. » et « Définition de l'ébullition : L'ébullition est une vaporisation rapide au cours de laquelle des bulles se forment à la surface et au sein du liquide. La surface de celui-ci n'est plus plane. »

- La phase de conclusion a été détaillée afin d'amener les élèves à expliciter plus finement leur interprétation de l'expérience. Ainsi, plutôt que de répondre à la seule question « Comment varie la température de l'eau quand on la chauffe ? », la partie conclusion ajoute : « Quel phénomène observes-tu lorsque la température ne varie plus ? », « Recopie la description du modèle qui correspond à la courbe que tu as tracée », « Ton hypothèse est-elle confirmée ou infirmée ? Argumente ta réponse à l'aide de tes résultats expérimentaux ».
- La grille d'autoévaluation a été scindée en trois parties puis intégrée distinctement en dessous de chaque étape de l'activité afin d'encourager une autoévaluation en cours d'activité (et non plus à la fin de celle-ci). Ainsi, les deux premiers tableaux de la Figure 9 sont insérés dans la feuille d'activité entre la partie « Hypothèse » et la partie « Expérience ». Le troisième tableau est intégré à la fin de la partie « Interprétation » et avant la partie « Conclusion ». Les différentes descriptions de chaque niveau ont été, pour la majorité, reformulées.

	Niveau expert ●●	Niveau apprenti ●	Niveau débutant ●	Non initié ●
Interprétation (avant expérience)	J'ai associé correctement les graphiques et leurs modèles	J'ai associé correctement seulement un graphique et son modèle	J'ai associé les graphiques au hasard	
hypothèse	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense et je justifie mon choix à l'aide de ce que je sais	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense observer et je n'arrive pas à l'expliquer		Je n'ai pas fait de prévision

Autonomie	Mon travail est efficace et je respecte les règles de vie collective	Je demande de l'aide après avoir cherché. Je respecte les règles de vie collective	J'ai besoin de rappels à la règle pour avancer mais je fournis le travail attendu	Je ne fais rien ou je dérange le groupe
Réaliser	Graphique construit en respectant les conventions (axes, titre, graduations..)	Point placés correctement mais graphique incomplet	Points mal placés, graphique incomplet	Graphique absent
Interprétation	Je trouve le graphique correspondant et je fais le lien avec le phénomène que j'observe	Je trouve le graphique qui correspond au tableau mais je ne l'explique pas	Le graphique que j'ai choisi ne correspond pas aux valeurs du tableau	Je n'ai pas choisi de graphique

Figure 9. Grille d'autoévaluation modifiée de la deuxième séance de SPC

Nous venons de présenter pour chaque séance le contenu d'enseignement et d'évaluation tel qu'il a été proposé aux élèves lors des deux années. Nous présentons dans la section suivante les deux situations de recherche étudiées dans le cadre des ateliers Maths à Modeler.

3.4. Ateliers Maths à Modeler

Notre seconde hypothèse, qui complète notre étude sur les différentes modalités d'évaluation formative, concerne l'effet d'un médiateur scientifique sur le développement des processus d'autorégulation. Pour la tester, deux situations de recherche sont analysées : la première, nommée « chasse-taupe », correspond à l'atelier animé par le médiateur « expert » ; la deuxième, intitulée « promenons-nous dans la grille », est celle conduite par le médiateur « novice ». Les deux situations de recherche se répartissent chacune sur six séances d'environ une heure.

Dans ces situations de six séances, nous avons choisi de nous focaliser sur la deuxième. Nous voulions, d'une part, analyser une séance en cours, sans les modalités de présentation du déroulé de la séquence et du matériel mis à disposition des élèves. Cette séance devait, d'autre part, ne pas être trop éloignée dans l'avancée de l'activité afin de ne pas biaiser l'interprétation des interventions du médiateur. Nous souhaitons, en effet, que ce dernier ne soit pas encore familier avec les élèves de la classe afin que ses interactions

soient les plus neutres possible. Nous pouvions supposer qu'après plusieurs séances, le médiateur ait été conduit à adapter le nombre et la nature de ses interventions en fonction de sa perception du niveau des élèves et de l'avancée des groupes, le risque étant que les groupes les moins avancés bénéficient davantage de feedback.

Un ensemble de propriétés sont communes aux deux situations de recherches étudiées : les élèves sont placés en groupes de trois à cinq élèves afin de favoriser l'échange d'arguments et de questions et de montrer aux élèves que la recherche scientifique est un travail communautaire. L'enseignant est chargé de s'assurer du bon déroulement de la séance et de constituer les groupes en fonction des affinités entre élèves. Il est aussi chargé d'identifier les élèves ou les groupes qui ont besoin d'être relancés. La solution n'est pas dévoilée à l'enseignant et celui-ci n'est donc plus le garant de la validité des résultats.

Chaque groupe d'élèves dispose d'un plateau en bois, de jetons et d'un cahier de liaison en vue de conserver une trace écrite de l'avancée de la recherche d'une séance à l'autre. Un bilan oral, et parfois écrit, en fin de séance permet à chaque groupe de faire un retour sur la séance et de formaliser les questions qui restent en suspens. Le médiateur et l'enseignant visent à rendre les élèves responsables de leurs résultats en leur faisant établir par eux-mêmes des conjectures et des démonstrations. Dans cette visée, ils adoptent parfois la posture de « l'ignorant » (Pastori, 2013) en répondant aux questions ou affirmations des élèves par des phrases du type « je ne sais pas », « peut-être que c'est vrai », « prouve-le moi ». Ils circulent de groupe en groupe toute la durée des ateliers et guident les élèves dans leurs pistes de recherche. Un court temps d'échanges entre l'enseignant et le médiateur en milieu de séance leur permet de rééquilibrer le soutien à apporter à chaque groupe.

Nous présentons maintenant le contenu de ces situations. Nous commençons par détailler la situation globale avant de se focaliser plus précisément sur la description de la première et deuxième séance d'atelier ; la première afin de comprendre où en sont arrivés les élèves à la fin du premier atelier, puis la deuxième qui est celle sur laquelle porte nos analyses.

3.4.1. Chasse-Taupe

La situation de recherche « chasse-taupe²¹ », correspondant à l'atelier animé par le médiateur « expert », est présentée aux élèves de la façon suivante : « Votre jardin est un carré. Malgré sa petite taille, il est envahi de taupes aux formes bizarres ». Le but du jeu est de chasser les taupes en plaçant le moins de pièges possibles. Des plateaux quadrillés (jardins) de tailles variables et des jetons en bois de la taille d'un carreau servent de support à l'activité de recherche (Figure 10). La forme des taupes, des pièges et des plateaux varient et permettent ainsi de faire évoluer le degré de difficulté.

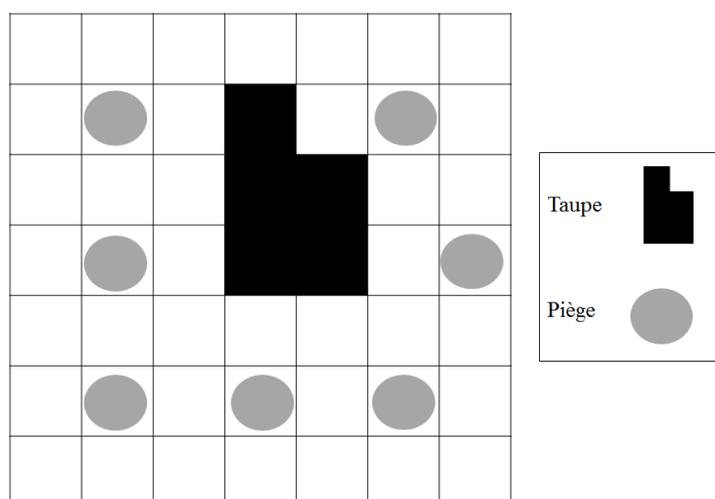


Figure 10. Illustration d'un plateau de jeu de la situation de recherche « chasse-taupe »

Lors de la première séance d'atelier, les groupes d'élèves avaient la possibilité de choisir la taille et la forme de la taupe (i.e., nombre et disposition des carreaux) mais avec pour contrainte que celle-ci se compose d'un minimum de cinq carreaux adjacents. Les élèves disposaient d'un plateau de cinq carreaux sur cinq et devaient chasser toutes les taupes en utilisant le moins de pièges possibles. Les pièges sont des jetons en bois de couleur différente des taupes. Les élèves devaient disposer ces jetons sur le plateau de manière à ce que la forme choisie par le groupe pour représenter la taupe ne puisse être reproduite sur ledit plateau.

La deuxième séance, celle que nous étudions, consiste à simplifier le problème en réduisant la taille des taupes. Les élèves disposent toujours d'un plateau de cinq carreaux

²¹ Une version de la situation « chasse-taupe » est disponible sur le site : <http://mathsamodeler.ujf-grenoble.fr/images/setpage1.jpeg>

sur cinq mais la nouvelle consigne imposée aux élèves est d'utiliser des taupes qui prennent la forme de trois carreaux consécutifs. Les élèves doivent, de la même façon, trouver la solution qui permette de chasser toutes les taupes en utilisant le moins de pièges possible. C'est par le tâtonnement et la manipulation que les élèves doivent fournir des exemples et des contre-exemples qui valident ou invalident les différentes possibilités. Concrètement, lorsque les élèves arrivent à proposer une solution valide, ils doivent ensuite essayer d'autres configurations. Tous les essais doivent être dessinés ou rédigés sur le cahier de liaison. Il leur est ensuite demandé de trouver des invariants dans la disposition des pièges qui permettent de généraliser à partir de ces cas particuliers (e.g., quelles sont les cases sur lesquelles il est nécessaire de poser des pièges et quelles sont leurs spécificités ?).

3.4.2. *Promenons-nous dans la grille*

La situation de recherche proposée par le médiateur « débutant » s'intitule « promenons-nous dans la grille ²² ». Chaque groupe dispose d'un damier de taille différente. Dans cette situation, l'objectif est de relier un point A à un point B en passant par toutes les cases du jeu. Lors de la première séance, deux éléments réglementaires étaient à considérer. Tout d'abord, les groupes d'élèves devaient placer un jeton sur une case de leur choix qui représenterait le point de départ. Ensuite, l'autre particularité de cette séance, était que les points d'arrivée et de départ étaient identiques. Le but du jeu était de tracer un chemin en passant sur toutes les cases du plateau, sans que le trait ne se croise, qui permette de revenir à ce même point de départ. À la fin de cette première séance, les élèves arrivent à la conclusion que, pour cela, il était nécessaire que le nombre de cases du côté du plateau soit pair (Figure 11). En effet, les différents plateaux distribués aux élèves n'étaient pas tous pourvus du même nombre de cases par cotés.

²² Une version de la situation « promenons-nous dans la grille » est disponible sur le site : <http://mathsamodeler.ujf-grenoble.fr/images/setpage2.jpeg>

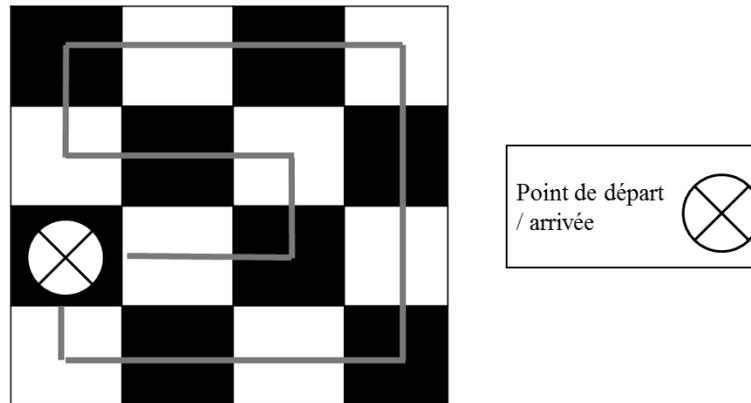


Figure 11. Illustration d'un plateau de jeu de la situation de recherche « promenons-nous dans la grille »

Lors de la deuxième séance, il s'agissait de relier un point de départ (point A) à un point différent d'arrivée (point B), en passant sur toutes les cases du plateau. Comme pour la séance précédente, les groupes d'élèves disposaient de plateaux de tailles différentes et avaient le choix de la position du point A et du point B. Quelle que soit la conclusion à laquelle parviennent les élèves, ces derniers doivent déplacer à nouveaux leurs deux points et recommencer afin d'émettre des conjectures plus générales. À la fin de la séance, les élèves doivent comprendre que la réussite au problème dépend à la fois de la taille de leur damier et de la couleur des cases de leurs points de départ et d'arrivée.

Chapitre II - Méthodologie de recueil des données

Au regard des questions de recherche que nous avons posées dans la partie précédente, nous envisageons une approche méthodologique principalement qualitative. Ce choix s'est réalisé en vue d'intégrer les dimensions à la fois spatiales (i.e., description et interprétation de la situation) et temporelles (i.e., description et interprétation du déroulement des événements) à nos analyses (Huberman et Miles, 1991).

Dans ce chapitre, nous nous attacherons à détailler dans un premier temps, et le plus précisément possible, les caractéristiques des données recueillies et du matériel auquel nous avons eu recours pour conduire notre étude. Nous présenterons ensuite le format des données obtenues au regard des conditions dans lesquelles elles ont été recueillies. Dans un second temps, nous exposerons les différents niveaux d'analyse sélectionnés pour notre étude, en commençant par présenter l'étape de recueil des données.

1. Matériel et format de données

1.1. Format des données

Notre principale source de données est l'enregistrement vidéo et audio. Le choix de la vidéo, et le type d'analyse qu'elle permet, est une façon d'aborder la complexité des situations de communication en salle de classe. Notre choix a été largement motivé par l'adéquation de notre objet d'étude aux trois caractéristiques associées à ces supports dans la littérature (Powel, Francisco, & Maher, 2003 ; Tiberghien & Sensevy, 2012) :

- 1) sa densité qui permet d'enregistrer de façon simultanée les comportements multimodaux (i.e., verbaux et non-verbaux) émis dans une situation de classe ;
- 2) sa permanence qui permet de visionner de façon infinie et flexible les enregistrements ;
- 3) la longueur/durée de la vidéo qui ne se voit plus limitée que par la taille de la mémoire numérique.

Ainsi, le choix de recueillir des données filmiques est fortement lié à nos préoccupations visant à « capter » une grande part des éléments qui composent les interactions en classe. L'enregistrement audio et vidéo permet de recueillir conjointement les comportements, les verbalisations et l'ensemble des éléments contextuels de la situation de classe essentiels à la compréhension des situations. Contrairement aux

observations, son aspect permanent offre d'immenses possibilités de comparaison et de validation méthodologiques. Dans une posture exploratoire d'identification et de mesure de processus spécifiques, les enregistrements vidéo nous apparaissent dès lors particulièrement adaptés pour réaliser des allers-retours entre les données et les cadres conceptuels mobilisés.

En plus des données vidéo, nous avons recueilli les feuilles d'activité et/ou de consignes distribuées aux élèves pour chaque séance filmée ainsi que les documents de préparation et du déroulement des séances de l'enseignant.

1.2. Matériel de recueil vidéo

Nous présentons ici la liste du matériel destiné à recueillir les données filmiques :

- deux caméras HD de petite taille ;
- deux trépieds sur lesquels peuvent être fixées chacune des caméras ;
- deux micros-cravates, chacun comprenant un émetteur fixé sur la ou les personnes à laquelle se destine l'enregistrement (i.e., un fixé sur l'enseignant, un autre disposé sur la table du groupe d'élève sélectionné) et un récepteur fixé sur l'entrée « micro » de la caméra correspondante.

2. La procédure de recueil des données

La constitution en corpus des données relève déjà d'une interprétation (Sautot, 2008). Dans cette section, nous exposons ce que nous considérons, en tant que premier niveau de cette constitution, la procédure de recueil.

2.1. L'étude de cas

Puisque nous nous intéressons aux situations d'enseignement et d'apprentissage dans un contexte de classe, nous avons fait le choix de procéder par études de cas pour plusieurs raisons. D'une part, cette méthodologie est à privilégier dès lors que l'on souhaite étudier en profondeur un phénomène, un processus, un événement (un cas) dans le contexte authentique dans lequel il se réalise. Yin (2003) a particulièrement mis en avant les atouts de cette méthodologie pour l'étude des processus complexes *in situ*. D'autre part, l'étude de cas permet de répondre aux questions de recherches qui se destinent à fournir une description ou une explication du phénomène étudié (*Ibid.*). Ainsi, et tel que l'a déjà noté

Butler (2011), la régulation des apprentissages scolaires apparaît comme un excellent candidat à ce type de méthodologies.

2.2. Le choix du temps de film

Le choix du temps de film (i.e., une séance, une séquence, un trimestre ou encore une année) relève d'une position que le chercheur doit assumer. Nous avons fait le choix d'étudier qu'une seule séance d'enseignement (plutôt qu'une séquence) par cas étudié afin de répondre à nos objectifs visant à analyser différentes situations de classe.

Nous avons conscience que ce choix élimine certains événements importants de la vie de classe qui jouent un rôle déterminant dans l'apprentissage des élèves (Tiberghien & Sensevy, 2012). Toutefois, dans la mesure où nous ne visons pas l'étude des apprentissages conceptuels ni l'évolution des connaissances des élèves, qui nécessitent une longue période de temps, nous prenons le parti de considérer des modèles d'enseignements stables (Seidel & Prenzel, 2006) qui mettent en évidence les composants pérennes de pratiques d'enseignement. L'étude des interactions enseignant-élèves peut se réaliser à travers l'enregistrement d'une seule séance donnant à voir des pratiques d'enseignement et des conditions d'apprentissage constantes. Néanmoins, nous rejoignons Tiberghien et Sensevy (2012) quant à la prudence des conclusions qui peuvent être établies selon la durée de vie de la classe sélectionnée et sommes pleinement consciente des réductions que ce choix implique. Nous le considérerons autant que possible dans nos interprétations.

2.3. La disposition des caméras

L'utilisation de la vidéo revient à s'interroger sur ce que les films donnent à voir, ses caractéristiques influençant profondément les choix théoriques et méthodologiques réalisés. Nous savons que les données filmiques sont une déformation du réel qui conduit à la restriction du champ visuel et au grossissement de certains phénomènes (Guernier, 2008). Les choix réalisés quant à la disposition des caméras sont précisés car la manière de filmer induit d'ores et déjà une première forme d'analyse.

La construction du corpus de données filmiques répond à deux objectifs majeurs. D'une part, il s'agit de suivre le déroulement de la séance dans son ensemble. Pour répondre à cet objectif, nous avons disposé une première caméra au fond de la classe, fixée sur un trépied, orientée vers l'enseignant. Cette caméra est raccordée à un micro-

cravate, attaché au col de l'enseignant, afin d'enregistrer l'ensemble de ses interactions avec la classe. La prise de vue en grand-angle permet de capter le discours et les comportements de l'enseignant avec le groupe classe lorsque les interactions sont du type enseignant-classe, puis des zooms permettent de se focaliser sur des éléments pertinents correspondant à nos objets de recherche (e.g., gestes, tableau, affichages, traces écrites). Cette posture, qui consiste à conserver un champ large de prise de vue et à fixer la caméra au fond de la classe, répond à la volonté de limiter les biais humains liés à la sélectivité et les dérangements que peuvent occasionner les déplacements du chercheur dans la salle. La puissance de captation du micro-cravate est suffisamment élevée pour enregistrer les interactions des élèves situés à proximité de l'enseignant.

D'autre part, le second objectif vise à enregistrer les interactions verbales du groupe d'élèves sélectionné, leurs comportements et leurs productions. Afin de répondre à cet objectif, nous avons placé une caméra fixe centrée sur le groupe sélectionné par l'enseignant, placée suffisamment haut et orientée vers le bas pour nous permettre de capter l'ensemble de la table et les actions des élèves. Afin de limiter au maximum la présence du chercheur, la prise de vue est fixe sur toute la durée de la séance de telle sorte qu'aucune intervention n'est nécessaire lors de la durée d'enregistrement. Nous souhaitons que le groupe d'élèves filmé oublie progressivement la présence de la caméra afin d'en limiter les biais.

2.4. Calendrier des prises de données

Les dates de recueil ont été convenues directement avec les enseignants et les médiateurs scientifiques. Dans le cadre du suivi des enseignants de sciences impliqués dans le LéA, le premier recueil s'est déroulé lors de l'année scolaire 2012-2013, une fois la séance d'investigation retenue par l'équipe disciplinaire. Pour ne pas contraindre le déroulement habituel des séquences, la séance choisie a été filmée en respectant l'avancée des enseignants dans le programme. Le second recueil a été organisé l'année suivante en fonction de l'avancée des groupes disciplinaires concernant les modifications à apporter à la séance. Les ateliers Maths à Modeler ont quant à eux été filmés en fonction des disponibilités des médiateurs et des classes concernées. Les deux ateliers ont ainsi été filmés en fin d'année scolaire 2013-2014.

Nous présentons dans le Tableau 11 le calendrier des dates de recueil par discipline en précisant le code attribué à chaque classe ainsi que la durée de la séance. Comme pour les enseignants, nous avons attribué un code à chaque médiateur afin de préserver leur anonymat. Un « code séance » est attribué à chaque film en fonction de sa date d'enregistrement. Ainsi la première classe filmée prend le code C1 (i.e. classe 1), la deuxième C2 et ainsi de suite jusqu'à 5. La deuxième séance mise en œuvre par le même enseignant conserve le code de base suivi d'un 2, la 2^{ème} séance mise en œuvre par l'enseignant 1 prend alors le code C12, le deuxième C22, le troisième C32, etc.

Le numéro attribué aléatoirement à chaque enseignant est précédé par un « P ». Pour ce qui est des groupes d'élèves, nous les distinguons d'une séance à l'autre par le code G1 correspondant au premier groupe d'élèves observé lors de la première séance, et G2, le deuxième groupe observé lors de la deuxième séance. À l'intérieur des groupes, les élèves sont numérotés aléatoirement de 1 à 4 et ce numéro est précédé par la lettre « E ». Ainsi, par exemple, le premier élève du groupe G1 sera codé E1, le deuxième E2 et ainsi de suite.

Enfin, les médiateurs Maths à Modeler sont codés par la lettre « M », suivie par la lettre « E » pour désigner le médiateur expert et la lettre « N » pour le médiateur novice. Puisque deux médiateurs novices étaient présents lors l'atelier, nous les distinguons par les numéros 1 et 2.

Tableau 11. Codes enseignants et élèves, dates et durées des enregistrements

Discipline et séance	Classe	Code prof/ Med.	Date 1 ^{ère} prise	Code séance	Durée	Date 2 ^{ème} prise	Code séance	Durée
SVT -Les moteurs des éruptions volcaniques-	4 ^{ème}	P1	20/11/12	C1	1:29 :39	13/11/13	C12	1:22:17
Maths -le nombre de diagonales d'un polygone-	6 ^{ème}	P2	17/05/13	C2	0:48:52	23/06/14	C22	1:00:06
		P3	08/04/13	C3	1:02:40	21/11/14	C32	0:58:55
SPC -La température d'ébullition de l'eau-	5 ^{ème}	P4	30/05/13	C4	1:16:33	25/03/14	C42	1:15:02
		P5	14/06/13	C5	1:23:51	23/05/14	C52	1:21:46
Ateliers Maths à Modeler	S ^{nde}	ME	27/02/14	ME1	0:44:43			
	6 ^{ème}	MN1 MN2	07/04/14	MN1	0:56:57			

Nous notons une durée d'enseignement relativement inégale, à la fois entre les disciplines, mais aussi entre les enseignants. Les séances de mathématiques sont dispensées sur un créneau d'une heure, alors qu'il est d'une heure trente pour les disciplines expérimentales. Par ailleurs, une même séance est plus ou moins longue en fonction de l'enseignant (e.g., presque quinze minutes de différence entre P2 et P3). Ces écarts seront pris en compte lors de nos analyses. Seul un enseignant, suite à des contraintes organisationnelles, n'a pu dispenser sa séance lors de l'année scolaire qui a suivi la première mise en œuvre. Il s'agit de l'enseignant P3. Ce dernier a donc mis en œuvre cette deuxième séance trois mois après la rentrée scolaire suivante (i.e., année scolaire 2014-2015) de façon à ce que les habitudes de classe soient déjà constituées mais aussi pour évacuer l'effet de nouveauté de ce type d'activité (i.e., démarche d'investigation) pour les élèves de 6^{ème}. Ce choix méthodologique a par ailleurs été respecté par tous les enseignants. Nous souhaitons en effet recueillir des données dans un climat de classe préalablement instauré et avec des élèves ayant déjà reçu des enseignements fondés sur l'investigation pour nous permettre d'identifier des pratiques stables.

2.5. La transcription des vidéos

Une fois les données vidéo recueillies, nous avons transcrit l'ensemble des productions verbales du groupe d'élèves. Les verbalisations de l'enseignant ont également été transcrites lorsque ce dernier s'adressait à la classe entière et au groupe d'élèves sélectionné.

Les comportements du groupe d'élèves et de l'enseignant ont été reportés au sein des transcriptions lorsqu'ils étaient pertinents pour comprendre les interactions où qu'ils référaient directement à nos indicateurs de recherche. Par exemple, l'enseignant peut se référer à la grille d'évaluation projetée au tableau par un geste en direction de celle-ci sans pour autant la mentionner verbalement. Un autre exemple serait le comportement d'un élève qui rature sur sa feuille des résultats de calculs en s'apercevant qu'il s'est trompé. Ces comportements constituent des indices cruciaux pour l'interprétation des régulations en classe. Le Tableau 12 présente les différents codes de transcription que nous avons utilisés pour uniformiser les transcriptions.

Tableau 12. Codes de transcription

Codes de transcription	Déclinaisons	Descriptions
E : Elèves	E, E1, E2, E3, E4	Chaque élève du groupe observé possède un numéro (maximum quatre élèves par groupe). Les autres élèves de la classe prennent indifféremment le code E.
P : Professeur	P1, P2, P3, P4, P5	Chaque numéro d'enseignant est précédé par la lettre P
M : Médiateur	ME, MN1, MN2	Le médiateur expert prend le code ME et les médiateurs novices prennent les codes MN1 et MN2
<i>(Comportement)</i>		Tous les comportements sont reportés en italique et entre parenthèses
// Interactions simultanées //		Lorsque les tours de parole interviennent simultanément, les interactions confondues sont entrecoupées de « // »
...		Lorsque le locuteur marque une pause inférieure à 5 secondes
(...)		Lorsque le locuteur marque une pause supérieure à 5 secondes
⌘		Indicateur temporel ou « time code »
(inaud.)		Inaudible

Afin d'exemplifier notre méthode de transcription, nous présentons ci-dessous un extrait reprenant les principaux codes utilisés :

Séance 1	E.	<i>(Un élève lève la main, P. hoche la tête)</i> moi ce que j'ai compris c'est que quand on sait le nombre de sommets et bien on sait le nombre de diagonales (...)
	P.	<i>(L'enseignant rectifie l'énoncé écrit au tableau et ajoute "le nombre de" entre "dès que l'on connaît" et "sommets")</i> très bien
	E.	on fait le nombre de sommets divisé par deux
	P3.	voilà c'est mieux comme ça (<i>P. note au tableau</i>) polygone donc est-ce que ça a six cotés demande Cassandra et puis Pauline elle répond c'est une figure fermée
	E1.	// C'est cinq cotés un polygone ?//
	E3.	//Non c'est pentagone//

La fin de cet extrait de transcription fait apparaître des interactions entre les élèves du groupe observé (E3 et E1) qui interviennent en même temps que le tour de parole de l'enseignant qui s'adresse à la classe. Les interactions simultanées entre le son de la caméra enseignant et celui de la caméra élèves sont ainsi entrecoupées d'une double barre oblique (/). Nous disposons en annexe 2 (pp. 343-350) la transcription complète d'une séance (i.e., Enseignante 3, 1^{ère} séance).

2.6. La structuration du corpus

Huberman et Miles (1991) développent la stratégie qui consiste à passer du « donné » aux « données » à travers les tâches de découpage, d'assemblage et de structuration du corpus inhérentes à la recherche qualitative. C'est en partant de leurs considérations que nous souhaitons détailler la façon dont nous avons organisé nos données pour nous permettre de les analyser. Ainsi, nous allons présenter le logiciel d'analyse vidéo sélectionné pour le traitement de nos données, ainsi que les raisons qui ont soutenu ce choix. Nous présenterons ensuite la façon dont ce logiciel, par les possibilités de découpage et d'organisation des données qu'il offre, nous a permis de structurer notre corpus.

2.6.1. Le logiciel Transana

Le logiciel Transana, développé par le *Wisconsin Center for Education Research*²³, est un logiciel conçu pour le traitement qualitatif de données vidéo.

2.6.1.a. L'interface

L'interface de Transana se compose de quatre fenêtres que nous illustrons à l'aide la copie d'écran ci-dessous (Figure 12) :



Figure 12. Interface du logiciel Transana

²³ <http://www.transana.org/>

- (1) La fenêtre principale située en bas à gauche est dédiée à la transcription ;
- (2) La fenêtre située en haut à gauche permet de visualiser soit le son, en faisant défiler l'amplitude des sons enregistrés, soit la représentation graphique obtenue à l'issue des codages tel que représenté sur la copie d'écran (Figure 12). La visualisation du son constitue une aide au positionnement dans le déroulement de l'action. Ce choix de visualisation est sélectionné par l'utilisateur ;
- (3) La fenêtre en haut à droite est celle qui permet de visualiser la vidéo. Cette fenêtre permet également la visualisation de deux vidéos simultanément grâce à une option de synchronisation ;
- (4) La fenêtre en bas à droite présente la base de données permettant à l'utilisateur de gérer les « séries », de créer des « clips » et des « collections ». C'est dans cette fenêtre que l'utilisateur charge les vidéos et/ou les transcriptions, organise les vidéos et gère la base de données.

Le logiciel Transana présente l'avantage de synchroniser la transcription avec la vidéo. Ainsi, au lancement de la lecture de la vidéo, la transcription correspondante défile simultanément dans la fenêtre de transcription. Cette synchronisation se réalise par le biais de balises temporelles (i.e., « Time code ») que l'utilisateur place lui-même au sein de la transcription. Le logiciel permet également de synchroniser deux vidéos entre elles et conjointement leurs transcriptions respectives en définissant manuellement deux fenêtres de transcription. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour le traitement de nos données qui se composent de deux vidéos (i.e., enseignant/contexte et élèves) pour chacune des séances d'enseignement.

2.6.1.b. Les séries

Le logiciel permet d'indexer chacune des vidéos dans des « séries ». Les « séries » permettent de regrouper des données vidéo destinées à des analyses ou à des traitements distincts dans une seule et unique base de données. À l'intérieur des séries, nous avons alors la possibilité de constituer et de structurer le corpus relatif à une recherche. Nous avons créé une série intitulée « thèse » à l'intérieur de laquelle nous avons classé nos différentes vidéos qui prennent le nom « d'épisodes ». Chaque épisode comprend les deux vidéos (enseignant/contexte et élèves) et leurs transcriptions.

2.6.1.c. Les collections

Le logiciel offre la possibilité de sélectionner des extraits vidéo à l'aide des balises temporelles. Ces extraits, qui peuvent être de longueurs variables, correspondent à des « clips » qui sont organisés dans des collections. Il est également possible de créer d'autres collections à l'intérieur d'une même collection, il s'agit alors de collections imbriquées. Cette fonctionnalité est intéressante pour spécifier les modalités d'interaction. Par exemple, elle nous permet de spécifier pour chaque clip, à l'aide des collections imbriquées, si les interactions prennent place au sein de la classe entière, si elles concernent seulement le groupe d'élèves ou encore si elles interviennent entre l'enseignant et le groupe observé. Ce système d'indexation peut être réalisé au fur et à mesure de l'avancée de la recherche sans avoir à définir des catégories *a priori*. La Figure 13 illustre les catégorisations de notre base de données :

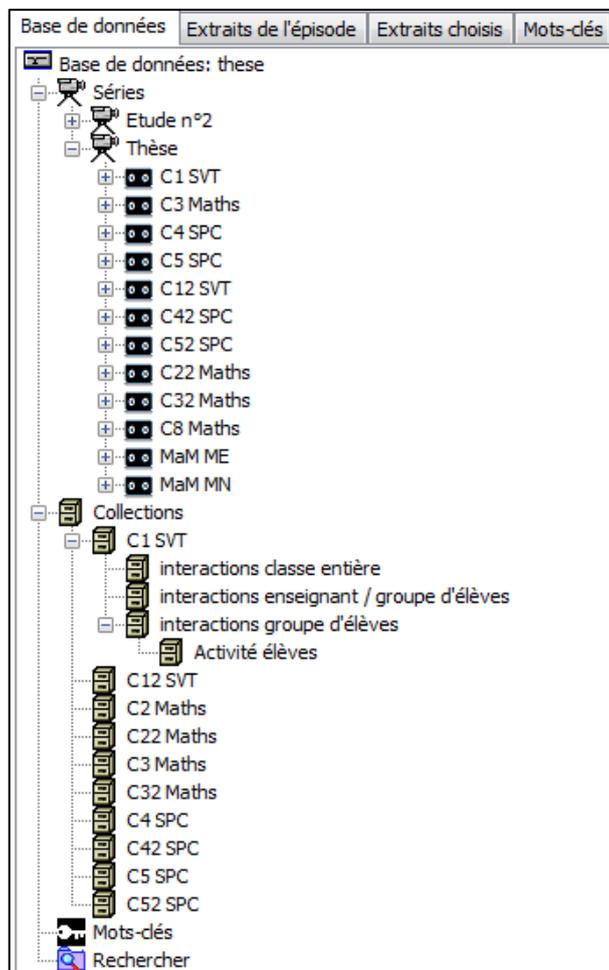


Figure 13. Structure de la base de données « thèse »

2.6.2. *Le codage des données*

Tel que nous l'avons précédemment évoqué, la question de la codification et de la systématisation est centrale à la validité de notre recherche. Nous présentons maintenant les fonctionnalités du logiciel qui permettent de répondre à cette préoccupation.

2.6.2.a. *Les mots-clés*

Le logiciel Transana permet d'effectuer un codage à partir de « mots-clés ». Ces mots-clés correspondent aux indicateurs de la recherche définis par le chercheur. Ils peuvent être organisés en catégories de mots-clés et il est possible d'affecter autant de mots-clés qu'il y a de clips. Il est par ailleurs possible d'attribuer plusieurs mots-clés à chaque clip. Concrètement, le logiciel permet de définir des catégories comportant chacune plusieurs mots-clés qui sont ensuite affectés à des extraits de la vidéo pour les caractériser (Venturini & Tiberghien, 2012). Une fonctionnalité importante de ce logiciel est la possibilité de créer des catégories et des mots-clés aussi bien *a priori* qu'en cours d'analyse. Comme nous le présenterons dans le chapitre suivant, cette fonctionnalité était indispensable dans la mesure où plusieurs de nos indicateurs ont été formalisés à partir du visionnage des films.

Ensuite, des requêtes peuvent être réalisées à l'aide du module de recherche qui recense le ou les mots-clés recherchés. Il est alors possible de constituer de nouvelles collections à partir des clips contenant les ensembles de mots-clés recherchés.

2.6.2.b. *La représentation graphique*

Un des arguments centraux qui justifie notre choix de l'outil Transana est lié au format de présentation des données que permet ce logiciel. Huberman et Miles (1991) ont soulevé la difficulté liée à la forme de présentation des données qualitatives qui, prenant généralement la forme d'un texte narratif conséquent, rend la visualisation délicate et difficile à manier. C'est sur cet aspect que le logiciel Transana nous apparaît novateur. Il permet en effet de présenter les codages réalisés sous la forme d'une représentation graphique unique. Les mots-clés affectés aux clips peuvent ainsi être visualisés en fonction de leur moment d'apparition dans la séance grâce aux balises temporelles qui ont été placées. Des couleurs, au choix de l'utilisateur, peuvent être affectées à chaque mot-clé afin d'en faciliter la visualisation. La Figure 14 est un exemple du format de présentation des données obtenu à l'issue de la procédure de codage.

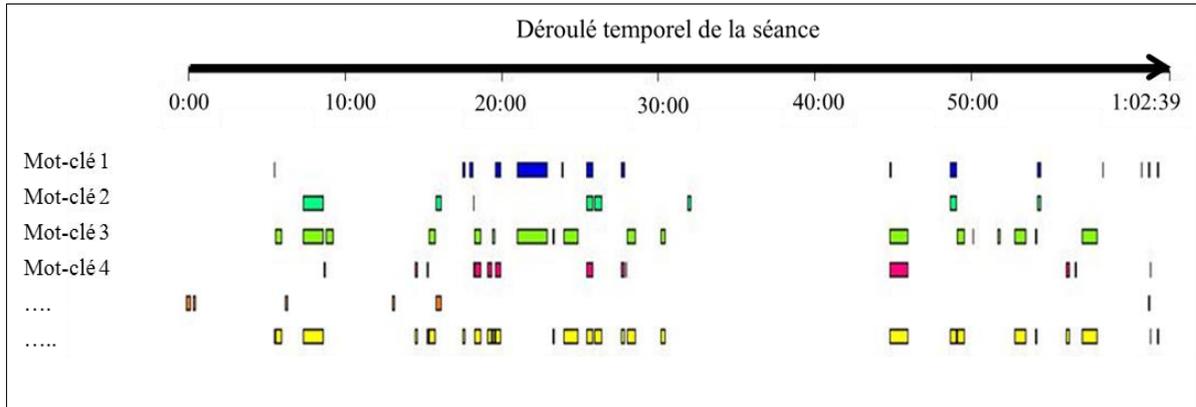


Figure 14. Représentation graphique du codage par mots-clés en fonction de la temporalité de la séance

Cette vision dynamique de l'évolution des mots-clés au cours du temps permet de dégager facilement certaines spécificités liées aux objets de recherche et leurs mises en perspectives.

2.6.3. L'exportation des données

Les données issues des analyses peuvent être enfin exportées vers d'autres logiciels permettant de réaliser ainsi d'autres traitements, notamment quantitatifs. Le format des données exportées prend la forme d'un tableau détaillant pour chaque mot-clé sa présence (indiqué par « 1 ») ou son absence (indiqué par « 0 ») pour chacun des clips.

Ce format de données permet alors d'être converti ou directement exporté vers d'autres logiciels en vue d'effectuer d'autres types d'analyses, par exemple statistiques.

Chapitre III - La production des résultats

Dans ce chapitre, nous présenterons notre procédure de codage à partir des indicateurs que nous avons construit et qui constitue la première étape de production des résultats. Nous développerons ensuite les méthodes utilisées pour le traitement des données.

1. Le codage des données vidéo

La procédure de codage se caractérise par l'association d'un événement à un code. Dans le cadre d'une analyse qualitative, le chercheur transforme les actions des individus, les phrases écrites, les interactions orales, les gestes, etc. dans un code formel par rapport à une référence (Tiberghien & Sensevy, 2012). Le traitement formel désigne la systématique visée. Il s'agit, en effet, de coder de façon identique les éléments dont le sens qui leur est donné est équivalent quel que soit le contexte. C'est cette systématique, garante de la validité de la recherche, qui permettra ensuite le comptage, les comparaisons, les regroupements ou encore les traitements statistiques. Avant de présenter nos indicateurs, nous précisons notre réflexion quant au choix du grain d'analyse.

1.1. Le choix du grain d'analyse

Le choix du grain d'analyse se trouve nécessairement lié au type d'étude menée et au format des données. Il sera plus ou moins fin en fonction de la taille du corpus.

Trois échelles sont généralement distinguées (Ash, 2007 ; Tiberghien & Sensevy, 2012 ; Tiberghien, Malkoun, Buty, Souassy, & Mortimer, 2007) : l'échelle *micro* qui correspond aux événements dont la durée est comprise entre quelques secondes (voire moins) et une minute. Les unités d'analyse correspondent alors souvent à un mot, un seul énoncé ou un bref échange. L'échelle *macro*, qui se caractérise par un grain large et holistique, dépend fortement du type d'étude. Pour les recherches menées en Sciences de l'éducation, cette échelle correspond généralement à la durée d'un enseignement pour une salle de classe. La durée peut être comprise entre une heure (une séance), des dizaines d'heures (une séquence), voire des centaines d'heures (une ou plusieurs années scolaires). Enfin, l'échelle *méso* se situe à un niveau intermédiaire et n'est pas directement influencée par la durée de l'étude. Cette échelle de temps correspond à quelques dizaines de minutes et s'avère pertinente pour caractériser les événements de la vie d'une classe (e.g., temps

d'organisation de la classe en groupe ou classe entière, temps de débat, d'activités, phases didactiques etc.). Pour notre recherche, trois échelles d'analyse sont convoquées.

D'abord, l'échelle *macro* qui correspond à la caractérisation de la séance d'enseignement dans son ensemble (e.g., objectifs d'enseignement/apprentissage, déroulé de la séance, activités). Les séances que nous étudions durent entre 48 minutes et 1h30.

Ensuite, nous procédons à un découpage correspondant à l'échelle *méso* permettant d'identifier et de caractériser les différentes activités et phases organisationnelles de la classe) pour accéder au savoir en jeu (e.g., présentation du problème, consignes, travail individuel, travail de groupe, débats.). Dans les faits, certaines des phases organisationnelles que nous avons construites peuvent s'apparenter à une succession de « jeu » (Sensevy, 2008) dans le sens où il y a un changement d'activité et/ou d'organisation. Néanmoins, cela n'étant pas systématique, nous préférons conserver le terme de phases organisationnelles.

Enfin, nous terminons par une granularité plus fine, à l'échelle *micro*, pour catégoriser les interactions et comportements d'élèves témoignant de processus de régulation d'une part, et des verbalisations et comportements de l'enseignant qui révèlent la mise en œuvre de stratégies d'évaluation d'autre part.

La caractérisation des séances à l'échelle *macro* a été présentée dans le premier chapitre de cette partie. Pour chaque séance, des mots-clés ont été affectés pour caractériser la discipline (SVT, SPC, maths) et le niveau de la classe (6^{ème}, 5^{ème}, 4^{ème}, 3^{ème} et S^{nde}). Les indicateurs d'analyse qui se situent à l'échelle *méso* (correspondant aux phases organisationnelles de la séance fondée sur l'investigation) et *micro* (indicateurs interactionnels) vont maintenant être présentés.

1.2. Le découpage en phases organisationnelles (échelle *méso*)

Nous avons effectué un découpage des vidéos en fonction des changements organisationnels, qui impliquent une modification des modalités d'interaction, et des différentes étapes de la démarche d'investigation.

1.2.1. Modalités d'interaction

Nous avons tout d'abord décrit l'ensemble de la séance en fonction des modes d'interaction. Les différents clips découpés ont été catégorisés dans les collections imbriquées suivantes :

- Enseignant / classe : cette collection intègre tous les passages interactionnels qui ont lieu entre l'enseignant et le groupe classe ;
- Enseignant / groupe : cette collection intègre toutes les interactions qui prennent place entre l'enseignant et le groupe d'élèves filmé ;
- Groupe d'élèves : cette collection comprend toutes les interactions entre les différents élèves du groupe observé.

1.2.2. Phases d'activité

Tel que nous l'avons évoqué dans le premier chapitre de la partie A, les séances fondées sur l'investigation se caractérisent généralement par un ensemble d'étapes. Nous avons ainsi construit, non pas *a priori*, mais au fur à mesure du visionnage des vidéos, des mots-clés pour caractériser les différentes étapes, ou phases organisationnelles, que nous pouvons rencontrer dans la mise en œuvre de ces séances par les enseignants. Nous avons construit un total de quatorze mots-clés :

(1) installation, (2) rappel de la séance précédente, (3) introduction²⁴, (4) consignes, (5) travail individuel, (6) travail en groupe, (7) formulation des hypothèses, (8) manipulation (9) expérience, (10) interprétation, (11) mise en commun, (12) institutionnalisation²⁵, (13) autoévaluation, (14) conclusion.

Ces mots-clés ont été affectés à chacun des clips afin de préciser, pour chacun d'eux, à quelle étape de l'activité l'épisode interactionnel prend place. Ces mots-clés sont plus ou moins représentés selon les disciplines (il n'y a pas d'expérimentation à proprement parler en mathématiques) et leur ordre d'apparition diffère selon les enseignants. Plusieurs mots-clés de cette catégorie peuvent être affectés à un même clip. Par exemple, le mot-clé « manipulation » peut-être à la fois réalisé par l'élève en travail individuel ou en groupe, ou encore les consignes peuvent être données en même temps que les élèves réalisent des mesures.

²⁴ Le mot-clé « introduction » correspond à la phase de présentation du problème.

²⁵ Cette phase implique la rédaction d'une trace écrite par les élèves relative aux nouveaux éléments de savoirs.

1.2.3. *Responsabilité et avancée du savoir dans classe*

Nous mobilisons deux descripteurs didactiques afin de caractériser l'avancée du savoir dans la classe et le partage des responsabilités : la chronogenèse et la topogenèse (Brousseau, 1998 ; Chevallard, 1991 ; Sensevy, 2012). Nous laissons de côté le descripteur relatif à la mésogenèse car nous ne visons pas l'analyse du contenu épistémique des transactions.

La chronogenèse va être inférée à partir du repérage des changements d'organisation dans la classe. Plus précisément, puisque les activités de démarches d'investigation se caractérisent principalement par un travail de groupes, nous choisissons de nous focaliser sur l'analyse des temps de mises en commun en classe entière. Nous analyserons la nature des régulations mises en place par les enseignants lors de ces temps afin de caractériser l'avancée du savoir pour chacune des séances.

Nous mobilisons le descripteur topogénétique pour préciser le partage des responsabilités respectives de l'élève et de l'enseignant. Ce descripteur nous permettra d'identifier d'éventuels changements entre la première et la deuxième année d'enseignement sur cette dimension. L'analyse réalisée à partir de ces descripteurs ne fait pas l'objet d'un découpage spécifique de la vidéo. Ils vont être inférés à l'aide du découpage des phases génériques d'activité et des modalités d'interaction définies ci-dessus.

1.3. Les indicateurs d'évaluation formative et de régulation des apprentissages (échelle *micro*)

Nous présentons maintenant les indicateurs d'analyse que nous avons construits pour les besoins de notre recherche. Les grandes catégories de mots-clés s'appuient sur les cadres théoriques de l'évaluation formative et de l'autorégulation présentés dans la première partie de ce travail. Nous avons ensuite créé un ensemble de mots-clés qui renseignent chacune de ces catégories à partir d'observables.

1.3.1. *Catégorisation des mots-clés relative à l'évaluation formative*

Tel que nous l'avons développé précédemment, notre ancrage théorique s'inscrit dans une approche socio-culturelle de l'évaluation et s'intéresse à l'individu « en action » (Allal & Mottier Lopez, 2007 ; Cowie et al., 2013 ; Ruiz-primo & Furtak, 2007). Dans ce cadre, nous visons à repérer les stratégies d'évaluation formative à la fois formelles et planifiées

(e.g., grille d'autoévaluation) et d'autres moins formelles, ou « on the fly », qui se produisent dans l'interaction (e.g., débat scientifique).

Nous nous sommes d'abord appuyée sur les cinq stratégies telles que développées par Wiliam (2010) pour définir nos cinq catégories de mots-clés, chaque stratégie correspondant à une catégorie. Nous traduisons ces stratégies dans le Tableau 13.

	<i>Où les élèves vont-ils ?</i>	<i>Où en sont-ils dans leurs apprentissages ?</i>	<i>Comment, et par quelles étapes, peuvent-ils atteindre les buts visés ?</i>
Enseignant	Clarifier, partager, et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite (S1)	Organiser des discussions, activités et tâches qui produisent des preuves sur les apprentissages (S2)	Donner un feedback qui fait progresser les élèves (S3)
Apprenants	Clarifier, partager, et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite (S1)	Inciter les élèves à être responsables de leurs apprentissages (S4)	
Pairs	Clarifier, partager, et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite (S1)	Inciter les élèves à être des ressources pour leurs pairs (S5)	

Tableau 13. Traduction des cinq stratégies clé de l'évaluation formative développées par Wiliam (2010)

Nous nous sommes appropriée ces stratégies afin de décliner chacune d'elles en indicateurs d'analyse identifiables *en situation*. Nous parlons d'appropriation car nous avons réinterprété ces stratégies à la lumière d'autres modèles théoriques, notamment celui de l'autorégulation.

Nous présentons, dans le Tableau 14, l'ensemble des mots-clés définis pour chacune des cinq stratégies. La première stratégie est codée « S1 », la deuxième « S2 » et ainsi de suite. Pour chaque mot-clé, nous donnons une description de l'indicateur ainsi qu'un extrait de notre corpus qui l'illustre. Afin de faciliter l'exemplification des indicateurs, seuls des extraits de verbalisation apparaissent dans le tableau, mais nous précisons que les comportements sont également inclus.

Tableau 14. Grille d'indicateurs de pratiques d'évaluation formative

Mots-clés		Descriptions	Exemples
S1	Buts	L'enseignant explicite les buts de l'activité et les sous-buts intermédiaires	« L'objectif de cette séance va être de » « Dans un premier temps vous allez devoir.. »
	Critères	L'enseignant explicite les critères de réussite, les compétences évaluées, les attentes	« voici les compétences sur lesquelles je vais porter mon regard particulier »
S2	Avancée tâche	L'enseignant prend des indices sur l'état d'avancée des élèves dans la tâche/ activité	« vous en êtes où ? » « Tout le monde a terminé la partie hypothèse ? »
	Compréhension	L'enseignant questionne les élèves sur leur compréhension de ce qui est demandé	« Est-ce que la question pose des difficultés à quelqu'un ? » « est-ce vous avez compris pourquoi on fait l'expérience ? »
	Connaissances	L'enseignant prend des indices sur les connaissances (préalables) des élèves	« est-ce que quelqu'un sait ce que veut dire effusif » « tout le monde sait ce qu'est une hypothèse ? »
	Autoévaluation	L'enseignant donne des critères de réussite et s'y réfère pour aider les élèves à se situer	« vous pouvez vous appuyer sur la grille » « tu te situes où par rapport à cette compétence <i>décrire</i> ? »
S3	Feedback	L'enseignant dispense un retour destiné à rendre explicite la progression des élèves dans les tâches et dans leurs connaissances. Les feedback portent sur ce qu'il reste à faire et comment le faire	« tu as bien montré comment tu avais obtenu ce résultat, maintenant comment est-ce que tu vas t'y prendre pour répondre à la question ? »
S4	Responsabilisation	L'enseignant intègre les idées des élèves, suit leurs initiatives et autorise une certaine autonomie dans leur accès aux ressources	« Léo pense que le moteur des éruptions est la chaleur, il propose de le vérifier par une expérience avec une bougie, d'accord » « quelle ressource vous pouvez utiliser pour vérifier ? »
S5	Echanges groupe	L'enseignant incite les échanges et l'argumentation à l'intérieur des groupes. Les pairs sont mis en avant comme une ressource à part entière.	« est-ce que tu as vu ce qu'a fait ta camarade ? tu es d'accord ? » « est-ce que vous vous êtes mis d'accord entre vous ? »
	Echanges classe entière	L'enseignant prend en compte les propositions des élèves au sein de la classe et leur propose d'interagir entre eux sur ces propositions. Il fait office de médiateur dans les tours de parole.	« Est-ce que vous avez entendu la proposition de Léa ? est-ce que vous êtes d'accord avec ça ? combien ne sont pas d'accord et pourquoi ? »

Nous avons tout particulièrement modifié la stratégie deux (S2) en tant qu'évaluation, par l'enseignant, de l'état actuel des élèves au sens large. Cette reformulation est liée à la volonté d'inscrire cette stratégie plus fortement dans le questionnement « Où en est l'élève dans ses apprentissages ? » (cf. Tableau 13). Nous avons ensuite décliné cette stratégie en quatre sous-catégories d'indices que l'enseignant peut être amené à collecter pour situer l'état actuel de ses élèves : tout d'abord il y a le recueil d'informations sur leurs connaissances (e.g., est-ce que les élèves connaissent tel ou tel concept), sur leur compréhension (e.g., comprennent-ils l'énoncé, l'objectif de la séance ?) et sur leur avancée dans la tâche (e.g., à quelle étape de la résolution du problème en sont-ils ?). L'enseignant peut également recueillir des informations sur leur état actuel par rapport aux critères définis dans l'outil formel d'évaluation. Cette prise d'information, qui peut se réaliser à différents niveaux, nous paraît nécessaire pour « produire des preuves sur les apprentissages ». En effet, nous considérons que c'est en explicitant aux élèves d'où ils partent et où ils en sont les élèves par rapport aux critères que les progrès pourront être mis en avant.

1.3.2. *Catégorisation des mots-clés relative aux processus d'autorégulation*

En regard des modèles théoriques de l'autorégulation présentés dans la partie précédente (Partie A, chapitre III), nous distinguons deux grandes catégories d'indicateurs de régulation : la catégorie relative aux aspects cognitifs et celle relative aux aspects motivationnels et affectifs.

Pour ce qui est de la catégorie des indicateurs cognitifs, nous nous sommes inspirée des grandes composantes définies dans le modèle de l'autorégulation de Carver et Scheier (1999). Nous avons ainsi construit des indicateurs qui réfèrent :

- aux buts et sous-buts visés par les élèves ;
- à l'évaluation de leur état actuel (la perception d'où ils en sont) ;
- aux stratégies mises en œuvre pour atteindre ce but.

Pour une meilleure cohérence des indicateurs, nous avons, comme pour l'évaluation formative, décliné les indicateurs de perception de l'état actuel des élèves selon qu'ils se réfèrent à leur connaissance, leur compréhension ou leur avancée dans la tâche. Nous avons aussi affecté un mot-clé spécifique lorsque les élèves s'autoévaluent ou évaluent leur(s) pair(s) à l'aide d'un support fourni par l'enseignant. Enfin, nous avons distingué les

stratégies liées à la résolution du problème donné aux élèves de celles situées au niveau *méta* et qui relèvent de stratégies plus globales d'apprentissage. Nous présentons dans le Tableau 15 cette grille d'indicateurs avec leur description.

Tableau 15. Grille d'indicateurs de régulation des apprentissages liés aux aspects cognitifs

Catégories		Mots-clés	Descriptions	Exemples
Régulations cognitives	Buts	Buts	Les élèves se positionnent au sujet des buts et des sous-buts de l'activité	« l'objectif c'est de... » « il va d'abord falloir choisir un polygone pour répondre à la première question »
	Etat	Avancée dans la tâche	Les élèves se positionnent sur leur avancée dans la tâche ou l'activité	« on en est où ? » « est-ce qu'on a fini la 1 ^{ère} partie ? »
		Connaissances	Les élèves échangent sur leurs connaissances	« qu'est-ce que c'est un polygone ? » « Moi je sais que l'eau bout à 100 degrés »
		Compréhension	Les élèves échangent sur leur compréhension du problème	« Moi je n'ai pas compris ce qu'il fallait faire » « tu crois qu'il va falloir faire l'expérience pour vérifier ? »
		Autoévaluation	Les élèves s'autoévaluent par rapport aux attentes énoncées ou échangent sur les critères du support d'évaluation	« je me suis mis expert partout » « je pense qu'on n'a pas répondu à la question si tu relis là ce qui est mis dans le tableau »
	Stratégies	Stratégie de résolution	Les élèves énoncent où mettent en œuvre des stratégies de résolution pour atteindre le but/ sous-but visé (comptage, dessins etc.)	« pour pouvoir les compter tu colories les diagonales de la même couleur pour chaque sommet » « il suffit d'additionner les angles »
		Stratégie d'apprentissage	Les élèves s'expriment sur leur conception de l'apprentissage et les conditions qui y sont favorables ou délétères (niveau méta)	« pour apprendre il faut d'abord réfléchir donc on réfléchit et après on appelle la prof » « tu retiens mieux quand tu as d'abord essayé tout seul »

Concernant la catégorie d'indicateurs relative aux aspects motivationnels et affectifs, nous avons d'abord extrait du corpus toutes les verbalisations et comportements relatifs à l'engagement des élèves dans la tâche et à leurs perceptions de l'activité. Nous avons ensuite procédé à des regroupements afin de construire des catégories d'indicateurs. C'est à cette étape de classification des indicateurs que nous avons remarqué que nos données, mais aussi leur format, ne permettaient pas d'attribuer des caractéristiques

motivationnelles et affectives homogènes aux comportements et verbalisations des élèves. En effet, nous avons constaté que les élèves étaient plus souvent conduits à verbaliser leur ressenti lorsque celui-ci était négatif. En d'autres termes, un élève semble extérioriser plus fréquemment des réactions motivationnelles et affectives négatives du type « c'est trop dur », « je n'y arrive pas », « ce n'est pas intéressant », que des réactions positives du type « j'y arrive », « j'aime les démarches d'investigation », « ce qu'on fait me plait ». Ce déséquilibre nous a conduit à proposer une catégorisation en trois sous-catégories d'observables qui intègrent des aspects généraux : les attitudes, les émotions et les perceptions :

- La catégorie des attitudes correspond au codage des temps d'attente ou d'inaction souvent liés à la lassitude ou à l'attente d'un feedback de la part de l'enseignant. Nous avons également codé les temps de déconcentration correspondants aux épisodes lors desquels l'activité des élèves n'est pas directement liée à la tâche demandée. Ces trois indicateurs (i.e., attente, inaction, déconcentration) traduisent le niveau d'engagement (ou de désengagement) des élèves dans la tâche. La comptabilisation de ces temps, une fois additionnés puis rapportés en pourcentage sur la durée totale de la séance, nous permet de dégager le temps d'activité passé sur la tâche pour chaque groupe d'élèves. Dans cette même catégorie, nous avons aussi renseigné des indicateurs de découragement et de désintérêt pour la tâche ou l'activité.
- La seconde catégorie réfère aux états émotionnels que les élèves peuvent être amenés à extérioriser lors de l'exécution d'une tâche. Nous avons ainsi distingué les réactions émotionnelles positives et négatives (enthousiasme vs. anxiété) les plus fréquemment rapportées par les études sur ces états (Pekrun, Goetz, Titz, & Perry, 2002).
- La dernière catégorie est relative aux perceptions exprimées par les élèves quant à la tâche et à leurs compétences. Tout d'abord, les perceptions liées à la tâche font référence à l'avis que les élèves émettent sur le niveau de difficulté ou de facilité perçue. Nelsons et Narens (1990) ont relevé que les jugements relatifs à la facilité d'apprentissage, au niveau de maîtrise atteint, ou encore à la confiance dans la réponse donnée sont déterminants en l'absence de tout feedback extérieur. Pour ces auteurs, sans retour de l'enseignant, l'évaluation de l'activité cognitive en cours dépend dans ce cas entièrement de la qualité des jugements métacognitifs des élèves. Ensuite, nous intégrons à cette catégorie les interactions liées à l'enjeu de l'activité

perçu par l'élève, notamment en termes d'évaluation ou de sanction. Ces jugements sont susceptibles de nous renseigner sur le climat de classe perçu par les élèves (pression évaluative) mais aussi sur le type de motivation de l'élève (intrinsèque : buts de maîtrise vs. extrinsèque : buts de performance). Enfin, nous intégrons les perceptions de compétences. Celles-ci renvoient aux jugements qu'ils expriment sur leurs propres habilités, elles peuvent être négatives ou positives.

La catégorisation complète de ces indicateurs est présentée dans le Tableau 16.

Tableau 16. Grille d'indicateurs des aspects motivationnels et affectifs de l'autorégulation

Catégories		Mots-clés	descriptions	Exemples	
Indicateurs motivationnels et affectifs	Attitudes	Inactivité	Il s'agit d'un comportement, les élèves ne sont pas en action		
		Attente feedback enseignant	Les élèves attendent l'enseignant, lèvent la main	« Attends, appelle la prof pour être sur »	
		Déconcentration	Les élèves se désengagent de l'activité et font autre chose non en lien avec la tâche	<i>Comportements divers, jouent avec le matériel, parlent d'autre chose</i>	
		Découragement	Les élèves montrent des signes de découragement ou d'ennui (tels que des soufflements, multiplication des ratures...)	« on y arrivera jamais, j'arrête » « mais ça fait trois fois qu'on le refait et ça marche toujours pas »	
		Désintérêt	Les élèves expriment leur manque d'intérêt pour la tâche	« ça ne sert à rien ce qu'on fait »	
	Emotions	Enthousiasme	Les élèves montrent de l'entrain pour l'activité	« j'adore les expériences »	
		Anxiété	Les élèves explicitent leur état d'anxiété pour la tâche à réaliser	« ça me stresse »	
	Perceptions	tâche	Perception difficulté	Les élèves évoquent leur perception de difficulté face à la tâche	« c'est trop dur »
			Perception facilité	Les élèves évoquent leur perception de facilité face à la tâche	« c'est facile » « c'est simple tu vois »
			Enjeu / note	Les élèves évoquent ou se questionnent sur l'enjeu du travail demandé ; comment il sera évalué, comptabilisé	« arrête travaille sinon on va avoir une mauvaise note » « madame c'est noté ? »
		Compétence	Perception négative	Les élèves évoquent un sentiment négatif sur leurs compétences	« je suis nulle en maths de toute façon »
			Perception positive	Les élèves évoquent un sentiment positif sur leurs compétences	« je suis forte en calcul mental »

Enfin, nous avons évoqué l'importance de considérer les modalités de la régulation, c'est-à-dire par qui, ou quoi, va être impulsée la régulation. Nous avons alors créé une autre catégorie de mots-clés dans cette visée. Dès lors qu'un mot-clé lié à la régulation de l'élève est affecté à un clip, nous avons systématiquement précisé sa modalité.

Tableau 17. Grille d'indicateurs des modalités de régulation

Mots-clés		descriptions	Exemples
Modalités de régulation	Elève seul	Il s'agit la plupart du temps d'un comportement, sinon d'une pensée à voix haute	« Moi je pense que je vais d'abord regarder la définition avant de répondre » (se parlant à soi-même, n'attend pas de réponse)
	Enseignant	C'est l'enseignant qui impulse la régulation	« regarde les étapes de ton calcul et ton résultat final, il doit manquer quelque chose »
	Pairs	Le ou les camarades impulsent la régulation	« Tu es sûr que c'est ça ? Tu as raison, on va d'abord les colorier pour voir ce que ça donne »
	Instrumentée	La régulation est liée à un support matériel disponible dans la situation d'apprentissage : brouillon, tableau, matériel expérimental, cours, manuel/ dictionnaire, critères, feuille d'activité	« où est la feuille de consigne ? je vais la relire pour voir » « regarde la définition dans le dictionnaire dit que » « regarde ce qu'elle a écrit la prof au tableau, ce n'est pas la même chose »

1.4. Esquisse d'un modèle d'évaluation pour soutenir la régulation des apprentissages

Les catégories d'indicateurs relatives aux actions de l'enseignant d'un côté, et aux actions des élèves de l'autre, ont été construites en vue de les combiner. L'appropriation des éléments théoriques et leurs déclinaisons, ont été réalisées dans ce sens. Cette combinaison nous a conduite à proposer un modèle (cf. Figure 15) mettant en perspective nos deux grandes catégories d'observation (i.e., élèves et enseignant). La modélisation proposée vise à illustrer les points de rencontre entre les différentes stratégies d'évaluation formative (et leur capitalisation) et les différents aspects de la régulation des apprentissages que ces stratégies sont susceptibles de soutenir.

Nous nous sommes inspirée des modèles de Carver et Scheier (1999, 2005) pour présenter, au sein de l'encadré grisé au centre, les différents composants du modèle de l'autorégulation des apprentissages qui s'articulent sous la forme d'une boucle rétroactive et dynamique. On y distingue (1) le but et les sous-buts de l'élève qui se trouvent comparés à la perception de son état à un moment donné ; (2) les actions mises en place

pour réduire l'écart entre ces deux premières considérations ; (3) les effets produits par ses actions sur l'environnement et qui prennent le rôle de feedback en renseignant le nouvel état atteint et une réévaluation de l'écart au but ; (4) l'évaluation des chances de succès et la confiance dans les actions mises en œuvre. Soit cette évaluation est suffisante pour que l'élève continue d'agir et que la boucle se répète jusqu'à l'atteinte du but visé, soit l'élève n'a pas confiance dans ses capacités et/ou ses actions et il se désengage de la tâche.

À l'extérieur de l'encadré grisé, nous avons introduit les cinq stratégies d'évaluation formative telles que formulées par Wiliam (2010) et indiquées, à l'aide de flèches pour chacune d'elles, les processus sur lesquels elles sont susceptibles d'agir. Certaines stratégies peuvent agir sur plusieurs aspects de la régulation de l'élève. Par exemple, la stratégie 4 renvoie explicitement pour Wiliam à l'apprentissage autorégulé et aux moyens de le favoriser. De fait, cette stratégie peut porter sur plusieurs aspects de la boucle de régulation et à différents moments de l'apprentissage. L'enseignant peut ainsi inciter les élèves à être responsable de leurs apprentissages en les responsabilisant dans la conduite de leur activité, par exemple, en leur faisant définir leurs propres buts d'apprentissage ou en leur offrant la possibilité de chercher et de mobiliser les ressources, à la fois sociales et matérielles, dont ils ont besoin pour avancer.

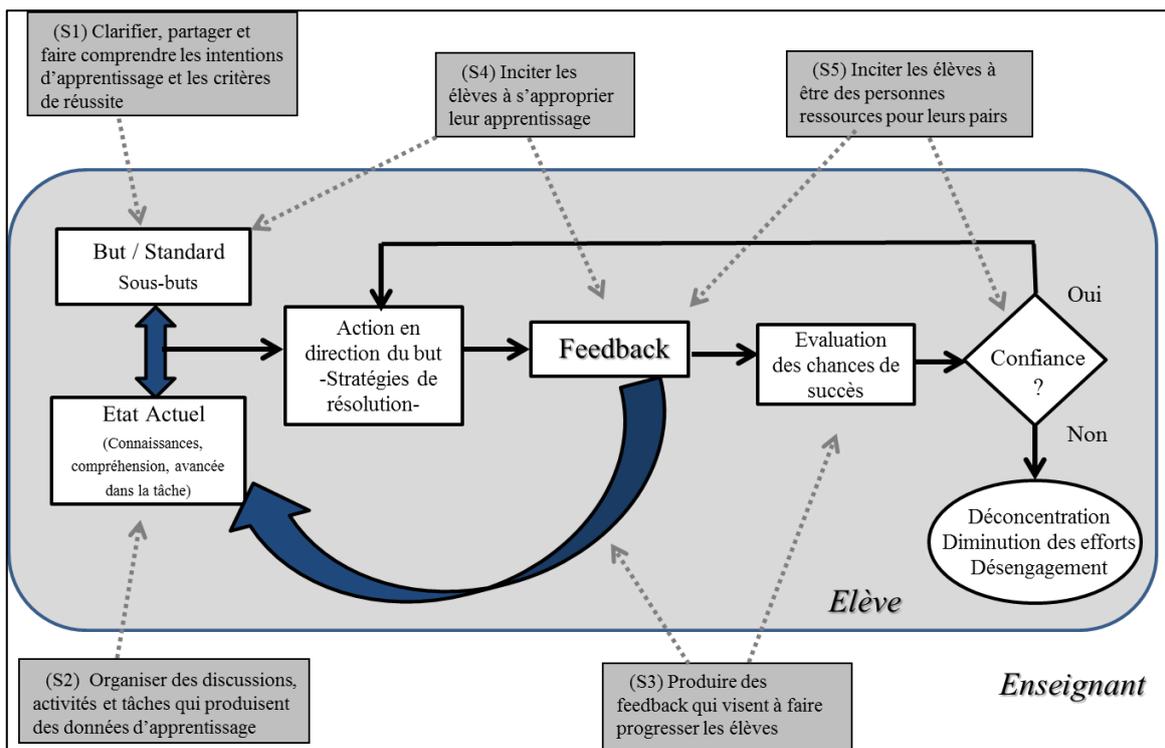


Figure 15. Modèle de l'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation : élaboré à partir des cadres conceptuels de Wiliam (2010) et Carver & Scheier (1999)

2. Le traitement et l'analyse des données

Notre question de recherche implique d'étudier différentes pratiques d'évaluation formative afin d'apprécier leurs effets sur l'activité des élèves. Nous avons ainsi profité du dispositif LÉA pour faire varier les modalités d'évaluation formative mises en œuvre par les enseignants impliqués. Une première étape du traitement de nos données consiste à décrire ces modalités, à apprécier leur variation effective et le sens de cette variation.

2.1. L'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM)

Tel que nous l'avons précédemment décrit, le format de sortie des données créées sur Transana permet d'aboutir à un tableau où chaque sujet (en lignes) est décrit par un ensemble de variables qualitatives (en colonnes). Une exploration statistique de ces données qualitatives peut être réalisée par une méthode factorielle adaptée aux tableaux, à savoir l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM).

L'analyse factorielle des correspondances est un outil descriptif qui consiste essentiellement à former une représentation graphique en associant les lignes et les colonnes d'un vaste tableau de contingence (Bressoux, 2010). Chaque ligne et colonne se trouvent ainsi représentées par un point dans un espace multidimensionnel représenté graphiquement par des axes. Pour Benzécri (cité par Bressoux, 2010), l'inventeur de cette méthode, l'observation des phénomènes, pour rendre compte de leur complexité, doit reposer sur une base de faits très large pour ensuite chercher, non pas à réduire ces données, mais à en extraire les structures. Nous suivons Bressoux (2010) pour dire que l'analyse factorielle ne serait cependant être toujours autosuffisante et que cet outil descriptif peut constituer une étape d'une recherche, voire un outil de départ, dans une situation exploratoire. Cette méthode d'exploration de données (*data mining*), caractérisée par une approche géométrique d'analyse de données, nous intéresse notamment en ce qu'elle permet de formuler de nouvelles hypothèses à partir de la structure des données.

Nous solliciterons l'AFCM en tant qu'analyse première pour nous permettre de décrire notre groupe de sujets et ainsi dégager des profils. Les résultats de cette AFCM nous permettront notamment de décrire la variation des pratiques enseignante entre la première et la deuxième année d'observation puis de formuler des prédictions à partir de celles-ci. C'est tout particulièrement sur ce point que l'AFCM apparaît adaptée à nos données et objectifs. Dans une logique parcimonieuse, nous ne présenterons pas le détail

des analyses réalisées pour l'ensemble des enseignants (celle-ci sera disponible en annexe). L'AFCM sera mobilisée pour sélectionner des séances spécifiques au regard des structures dégagées par cette analyse.

2.2. Entre mises en correspondances et comparaisons

La suite de notre méthode d'analyse consiste à fournir une description des processus identifiés en vue de dégager, *in fine*, des patterns de pratiques favorables au soutien de l'autorégulation des apprentissages. Dans cette visée, nous chercherons d'abord à décrire la façon dont les enseignants combinent l'activité d'investigation avec l'évaluation formative lors des deux séances mises en œuvre. L'organisation des séances sera ainsi d'abord décrite pour nous permettre de comprendre le contexte dans lequel l'évaluation formative s'inscrit. Nous présenterons ensuite l'analyse détaillée de séances spécifiques, révélées par l'AFCM. Plus précisément, nous décrirons la diversité des modalités d'évaluation formative mises en œuvre entre la première et la deuxième année en vue d'apprécier leurs effets sur l'autorégulation des apprentissages. Cette description sera réalisée à l'aide des représentations graphiques obtenues à l'issue du codage sur Transana. Nous regrouperons enfin, dans un troisième temps, l'ensemble de nos données relatives aux dix séances d'enseignement afin de dresser un panorama des processus en jeu. Nous chercherons à identifier des régularités qui nous permettent de cibler les pratiques d'enseignement les plus porteuses pour la régulation des apprentissages des élèves.

Les deux ateliers Maths à Modeler seront décrits et analysés à partir des mêmes indicateurs d'évaluation et de régulation des apprentissages. Dans ces ateliers, le contenu d'enseignement, le statut des médiateurs, le contexte (lycée *vs.* collège) et le niveau scolaire des élèves (2^{nde} *vs.* 6^{ème}) diffèrent. Nous commencerons par décrire l'organisation des ateliers et le partage des responsabilités entre les différents acteurs. Ensuite, nous mettrons en perspective la diversité des stratégies d'évaluation formative mises en œuvre par chacun d'eux. De manière à analyser la nature des interactions qui prennent part entre les différents interlocuteurs et les élèves, nous convoquerons la cartographie complète des processus codés en vue de sélectionner des extraits significatifs. Ces derniers sont repérés au regard du nombre et de la nature des mots clés identifiés dans un court laps de temps. L'activité des élèves sera enfin analysée à partir des mêmes indicateurs de régulation cognitive et motivationnelle que ceux convoqués pour notre étude principale.

Partie C - RESULTATS

Cinq chapitres composent la partie de présentation des résultats.

Dans le premier chapitre, nous exposerons les résultats de l'analyse exploratoire conduite par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM). Cette méthode nous permettra de détailler les modalités d'évaluation formative identifiées pour chaque séance d'enseignement en vue de distinguer des profils d'enseignement. Plus précisément, cette première étape nous permettra de vérifier si les modalités d'évaluation formative mises en œuvre par les enseignants lors de la première année sont bien différentes de celles mises en œuvre la deuxième année. Nous chercherons également à identifier les séances proches ou, au contraire, éloignées les unes des autres quant aux modalités d'évaluation mobilisées. C'est à partir des structures dégagées par cette méthode que nous sélectionnerons les séances qui feront l'objet d'une présentation détaillée.

Dans un second chapitre, nous développerons les analyses réalisées à l'échelle *méso* afin de décrire le contenu des séances dans lesquelles les modalités d'évaluation s'inscrivent. Cette étape nous semble incontournable dans la mesure où les processus analysés dépendent des tâches et de l'organisation des activités proposées. Nous allons ainsi comparer les différentes phases organisationnelles identifiées dans la mise en œuvre des séances d'investigation par les enseignants. Pour les séances sélectionnées par l'AFCM, nous présenterons une analyse détaillée de ces phases ainsi que du contenu des mises en commun qui nous renseigne sur l'avancée du savoir dans la classe. Ces éléments seront ensuite mis en perspective entre la première et la deuxième année d'enseignement en vue de les comparer.

Le troisième chapitre sera consacré aux résultats d'analyse obtenus à l'issue du codage des processus étudiés (i.e., échelle *micro*). En plus de chercher à caractériser les pratiques d'évaluation ordinaires (année 1) et élaborées (année 2), nous décrirons les processus d'autorégulation que chacune génère. Nous présenterons ainsi, dans un premier temps, les résultats d'analyse relatifs aux séances d'enseignement sélectionnées par l'AFCM. Dans un deuxième temps, nous regrouperons les résultats obtenus pour

l'ensemble des séances d'enseignement en vue de dégager des régularités. C'est à partir de celles-ci que nous formulerons des conclusions sur les effets produits par les différentes modalités d'évaluation sur la régulation des apprentissages.

Dans le quatrième chapitre, nous présenterons les résultats de notre étude complémentaire. Celle-ci concerne les effets que produisent les situations d'enseignement partenariales, en l'occurrence les ateliers Maths à Modeler, sur la nature des processus d'autorégulation des élèves. Ces situations se caractérisent par la présence d'un médiateur scientifique dans la classe qui conduit, conjointement avec l'enseignant, la séance. Nous procéderons à une analyse fine des interactions qui prennent part entre les élèves et les médiateurs/enseignants dans le but de dégager les effets produits par différentes sources de feedback sur la régulation de l'activité des élèves.

L'ensemble des résultats sera enfin discuté dans un cinquième chapitre. Nous développerons les réponses apportées à nos questions de recherche, en commençant par un rappel synthétique des résultats. Nous exposerons les limites de notre étude et proposerons des pistes d'amélioration. Nous terminerons par une mise en perspective de nos résultats avec d'autres recherches en vue de proposer des leviers pour combiner efficacement l'évaluation formative à l'activité d'investigation de manière à favoriser l'autorégulation des apprenants.

Chapitre I - Analyse exploratoire des pratiques d'évaluation formative

Ce premier chapitre, introductif, présentera les résultats de l'analyse statistique des données par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM). Comme mentionné dans la partie méthodologie, nous la mobilisons pour dégager les profils des enseignants par rapport aux stratégies d'évaluation formative qu'ils mettent en œuvre et vérifier que ces pratiques sont bien différentes entre la première et la deuxième année. L'AFCM va mettre en évidence les variables qui distinguent les modalités d'évaluation formative dites ordinaires (année 1) de celles qualifiées d'élaborées (année 2). Le profil de chaque enseignant va être décrit ainsi que son évolution respective. Ces résultats nous permettront de construire une typologie des séances qui orientera notre choix des séances à analyser.

L'AFCM est une méthode d'analyse géométrique dont l'interprétation des résultats repose sur l'interprétation d'un graphique à deux dimensions. Nous avons présenté cette méthode dans le chapitre III de la partie B (p.165). Pour lire cette représentation graphique, une première étape consiste à définir les axes. A partir de cette description, nous présenterons ensuite le plan dans lequel se projette les profils d'enseignant.

1. Définition des axes

Une première étape de cette analyse consiste à identifier la participation de chaque variable à la définition des deux axes produits par l'analyse. La Figure 16 illustre les variables qui sont fortement ou peu corrélées avec chacun des axes, elle permet ainsi d'identifier les modalités d'évaluation qui sont les plus distinctives pour caractériser les axes.

La lecture de ce graphique se réalise selon deux critères liés à la position des variables dans le plan formé par les deux axes : plus la variable est proche d'un axe, en terme d'angle, plus elle est spécifique à cet axe ; plus le trait est long, plus la variable a d'influence dans la définition de l'axe. Ainsi, la distance entre l'origine et les modalités projetées est proportionnelle à la contribution des axes.

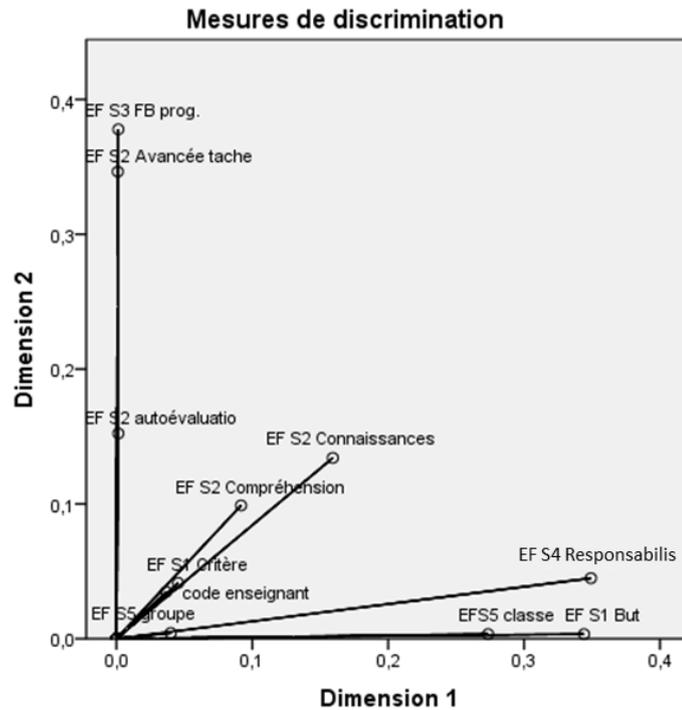


Figure 16. Mesures de discrimination des modalités d'évaluation pour caractériser les axes

La représentation graphique de la Figure 16 montre que l'axe horizontal est principalement défini par les modalités de responsabilisation (S4), d'explicitation des buts (S1) et de valorisation des échanges dans la classe (S5). L'axe vertical se définit quant à lui principalement par les modalités de feedback de progression (S3) et d'évaluation de l'avancée des élèves dans la tâche (S2). Nous percevons que la modalité relative à l'autoévaluation est dans une moindre mesure constitutive de l'axe vertical.

Nous notons que les modalités relatives à l'évaluation des connaissances des élèves et de leur compréhension (S2) participent aux deux axes et sont, de fait, peu spécifiques de la dimension 1 comme de la dimension 2. Les modalités d'explicitation des critères de réussite (S1) et de valorisation des échanges au sein des groupes (S5) ne participent, quant à elles, aucunement à la définition d'un des axes. En d'autres termes, ces deux modalités ne permettent pas de distinguer les pratiques évaluatives de notre groupe de sujets ; elles représentent une sorte de constante partagée.

2. Description du plan

Nous allons maintenant décrire le plan dans lequel les séances sont projetées. La Figure 17 présente cet espace qui va nous permettre de décrire le profil des enseignants au regard de leur positionnement dans le plan.

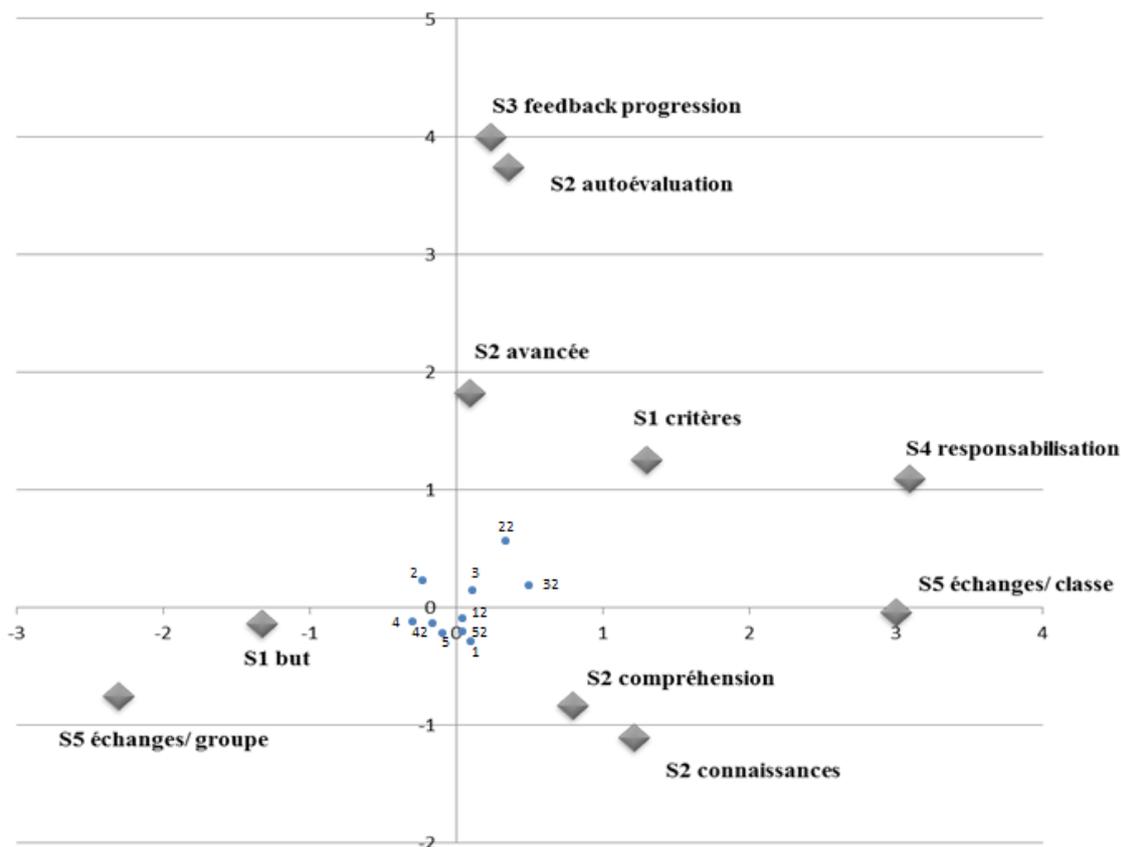


Figure 17. Projection des différentes modalités d'évaluation formative dans le plan orthogonal

Nous observons que l'axe horizontal se définit d'un côté (à droite) par une focalisation sur la responsabilisation des élèves et la valorisation des échanges au sein de la classe et, à son autre extrémité (à gauche), par l'explicitation des buts. Les mesures de discrimination présentées dans la Figure 16 indiquent que la modalité de valorisation des échanges au sein des groupes ne permet pas en revanche de définir cet axe.

L'axe vertical se définit quant à lui par les feedback de progression et l'évaluation de l'avancée des élèves dans la tâche. En revanche, les modalités liées à l'évaluation de la compréhension des élèves et de leurs connaissances ne caractérisent aucun des deux axes (Figure 16).

Nous allons maintenant décrire la projection des enseignants sur ces axes. Telle que présentée dans le chapitre III de la partie B (p.165), l'AFCM peut s'interpréter géométriquement à partir d'un nuage de points. Chaque point, accompagné d'un nombre, représente le profil de l'enseignant. Ainsi les nombres 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent aux profils des cinq enseignants P1, P2, P3, P4 et P5 respectivement. Chacun de ces points est projeté dans le plan de telle manière que leur position permet de situer leur profil lors de la première séance. Ces mêmes nombre suivis d'un « 2 » correspondent au profil dégagé pour chaque enseignant lors de la deuxième séance. Ainsi le numéro 12 correspond à la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 1, le numéro 22 correspond à la deuxième séance de l'enseignant 2, et ainsi de suite.

Ce nuage de points, qui représente la position de chaque enseignant dans un même plan, permet, d'une part, d'apprécier les différences de pratique par rapport aux modalités d'évaluation formative entre la première et la deuxième séance. D'autre part, il permet d'identifier la proximité ou la distance de chaque enseignant par rapport aux autres enseignants. Ainsi, pour interpréter le graphique, il faut comprendre que les sujets qui ont beaucoup de modalités en commun sont aussi proches que possible dans le plan et que ceux qui ont peu, voire aucune modalité en commun, sont aussi éloignés que possible.

Le graphique de la Figure 17 montre que les points sont relativement proches les uns des autres et qu'ils figurent au centre du plan. Cela s'interprète par une relative homogénéité des modalités d'évaluation formative identifiées. Le positionnement des points montre en effet que les enseignants mobilisent globalement les mêmes modalités d'évaluation, mais que certains semblent plus attirés vers certaines modalités que d'autres. La proximité des points vers le centre du plan pourrait aussi signifier que les séances sont très différentes par rapport à des modalités qui sont mal représentées sur chacun des axes.

Nous allons maintenant décrire plus précisément les distinctions qui apparaissent entre les séances 1 et 2 conduites par les enseignants.

3. Description du profil des enseignants

Pour nous permettre de décrire les différences de profil enseignant, nous présentons dans la Figure 18 un agrandissement du plan original présenté en Figure 17. Cette échelle nous permet de détailler plus précisément les différentes positions occupées par les points ainsi

que leurs déplacements (de la position de la séance 1 à la position de la séance 2) en vue de les distinguer. Ce déplacement permet de caractériser ce qui, pour chaque enseignant, relève d'une pratique d'évaluation ordinaire et d'une pratique d'évaluation élaborée.

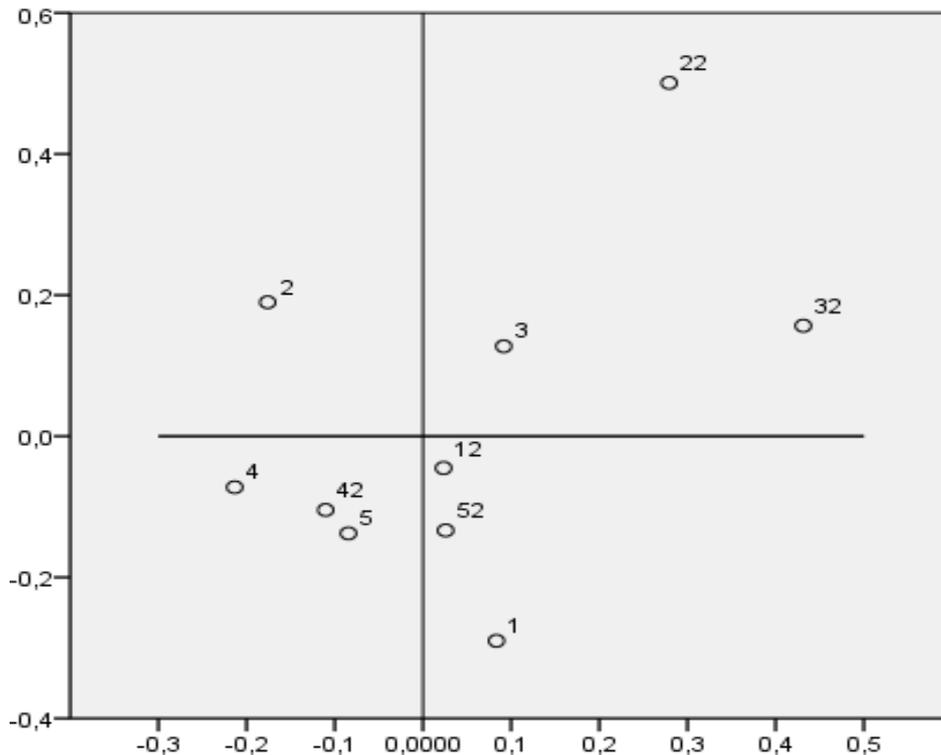


Figure 18. Projection des séances d'enseignement dans le plan orthogonal

Les résultats de l'AFCM confirment que les enseignants ne mobilisent pas tout à fait les mêmes modalités d'évaluation formative entre la première et la deuxième séance, mais aussi que les pratiques d'évaluation se distinguent légèrement d'un enseignant à l'autre.

Lors de la première séance filmée, les enseignants de mathématiques (P2 et P3) se situent au-dessus de l'axe horizontal mais se distinguent entre eux sur l'axe vertical. Les enseignantes de SPC (P4 et P5) et celle de SVT (P1) se situent, quant à elles, en dessous de l'axe horizontal mais se distinguent également sur l'axe vertical. Nous pouvons ainsi supposer que certaines tâches, du point de vue disciplinaire, semblent se prêter plus ou moins à la mise en œuvre de certaines stratégies d'évaluation formative.

Ensuite, lors de la deuxième mise en œuvre de leur séance, nous notons que les enseignants 2, 3, 4 et 5 se déplacent tous les quatre vers la droite de l'axe horizontal, c'est-à-dire vers une plus grande responsabilisation et valorisation des échanges au sein de la classe, alors que l'enseignante 1 se déplace sur l'axe vertical en direction du centre du

plan. Nous notons également que l'écart de déplacement chez les enseignantes de SPC (P4 et P5) est relativement faible par rapport à celui des enseignants 2 et 3 de mathématiques. Cela signifie une modification plus importante des modalités d'évaluation mises en œuvre chez les enseignants de mathématiques entre leur première et leur deuxième séance d'enseignement.

Enfin, nous observons que les séances de mathématiques se situent toutes deux vers la droite de l'axe horizontal lors de la deuxième année. Ces enseignants se déplacent donc vers des modalités d'évaluation formative relatives à la responsabilisation des élèves (i.e., stratégie 4) et à la valorisation des échanges au sein de la classe (i.e. stratégie 5), mais s'éloignent de la modalité d'explicitation des buts (i.e., stratégie 1). La séance de l'enseignante 5 suit cette même évolution en passant du côté droit de cet axe horizontal mais dans une moindre mesure par rapport aux enseignants de mathématiques. Les enseignantes 1 et 4 maintiennent pour leur part leur position dans le même cadran, ce qui suggère un faible changement des modalités d'évaluation mises en œuvre entre leur première et leur deuxième séance d'enseignement. Enfin, le déplacement de l'enseignant 2 vers le haut de l'axe vertical indique une évolution dans l'usage des modalités relatives à l'évaluation de l'avancée des élèves dans les tâches (i.e., stratégie 2) et les feedback de progression (i.e., stratégie 3). L'analyse réalisée à l'échelle *micro* pourra permettre de confirmer ces résultats préliminaires.

3.1. Une première caractérisation des pratiques d'évaluation formative

Nous avons pointé une certaine homogénéité dans l'usage des modalités d'évaluation mises en œuvre par les enseignants de notre groupe de sujets. En effet, la Figure 17 montre que les profils projetés sont relativement centraux au sein du plan. Nous pouvons donc dire que les enseignants mobilisent, dans leur pratique quotidienne, comme dans leur pratique plus élaborée, des modalités d'évaluation formative relativement proches.

Néanmoins, de légères distinctions apparaissent en fonction de la discipline. Les enseignants de mathématiques, situés au-dessus de l'axe horizontal lors de leurs deux séances d'enseignement, semblent mobiliser davantage de modalités liées à la mise en place de feedback de progression, à l'évaluation de l'état d'avancée dans la tâche et à l'autoévaluation, que les enseignantes de sciences expérimentales, situées en bas de cet axe. Nous pouvons alors supposer que certaines tâches se prêtent plus ou moins à la mise

en œuvre de certaines modalités d'évaluation. Toutefois, notre groupe de sujets n'étant composé que de cinq enseignants, il est tout à fait possible que ces écarts soient dus à une spécificité des personnes, voire des séances observées. Nous ne disposons pas, en effet, de données suffisantes pour généraliser sur ce point.

3.2. Sélection des séances d'enseignement distinctives

Dans une logique parcimonieuse, nous ne décrirons pas de façon détaillée le contenu du codage réalisé pour chaque séance d'enseignement (celui-ci est disponible en annexe 5 et 6). Nous mobilisons ainsi les résultats de l'AFCM pour focaliser la présentation de nos analyses sur des profils d'enseignant distinctifs révélés par cette méthode.

D'abord, la Figure 18 indique que l'enseignant 2 semble être celui qui se distingue le plus des autres enseignants, mais que c'est aussi celui qui évolue le plus entre sa première et sa deuxième séance. En effet, cet enseignant change de cadran (il passe du côté gauche au côté droit de l'axe vertical) et c'est celui pour lequel l'écart de déplacement est le plus grand. Ensuite, l'enseignante 4 se distingue des autres enseignants du fait de son positionnement à gauche et en bas des axes vertical et horizontal lors des deux séances. Enfin, nous avons vu que la première séance de l'enseignante 1 se distinguait par son positionnement le plus bas par rapport à l'axe horizontal et par son évolution dans une direction différente par rapport aux autres enseignants lors de sa deuxième séance (c'est la seule qui n'évolue pas vers la droite de l'axe horizontal). Nous allons ainsi procéder à une analyse détaillée des séances d'enseignement mises en œuvre par ces trois enseignants (i.e., P1, P2 et P3).

Nous commencerons par décrire l'organisation de ces séances individuellement avant de les mettre en perspective avec les autres. L'analyse de la structuration des séances réalisées à l'échelle *méso* va nous permettre de décrire plus précisément leurs spécificités. Cette première étape, qui sera présentée dans le deuxième chapitre de cette partie, nous permettra de circonscrire les séances dans lesquelles s'inscrivent les stratégies d'évaluation formative mobilisées. En effet, nous ne pouvons analyser de façon cohérente l'apparition de ces processus sans les rattacher au contexte et au contenu d'enseignement dans lesquelles elles prennent part. Les résultats d'analyse obtenus à l'échelle *micro* pour ces trois enseignants seront ensuite présentés dans le troisième chapitre.

Chapitre II - Caractériser les séances dans lesquelles s'inscrivent les pratiques évaluatives

Dans ce deuxième chapitre, nous présenterons une analyse comparative sur la façon dont les enseignants conduisent leur séance d'investigation. Plus précisément, nous viserons à mettre en perspective les modifications apportées par chacun d'eux, en termes d'organisation de la séance et de contenu, entre leurs deux séances d'enseignement. À travers l'analyse de leurs pratiques effectives, nous pourrions caractériser des situations de classe fondées sur l'investigation dans différentes disciplines scientifiques, mises en œuvre par les mêmes enseignants, à deux années consécutives.

Nous séquencerons la présentation de ces résultats en fonction des séances précédemment sélectionnées à l'aide de l'AFCM. Ainsi, nous commencerons par présenter les séances mises en œuvre par l'enseignante 1 de sciences de la vie et de la terre (SVT), suivie par celles de l'enseignant 2 de mathématiques et enfin celles conduites par l'enseignante 4 de sciences physiques et chimiques (SPC). Ce premier niveau d'analyse visera à caractériser chacune des séances d'enseignement et à comparer les changements apportés entre la première et la deuxième année dans la conduite de leur séance. Pour ce faire, nous présenterons les graphiques obtenus à l'issue de la procédure de codage réalisée à l'échelle *méso*. Nous décrirons les différentes phases organisationnelles de chacune des séances. Ces phases organisationnelles sont des descripteurs de l'action de l'enseignant qui nous permettent de rendre compte de la chronogenèse. Aussi, nous discuterons des différences observées dans l'avancée du savoir en fonction des classes et de l'évolution du partage des responsabilités (i.e., topogenèse). Cela sera inféré à partir des changements d'organisation et plus précisément lorsque l'enseignant s'adresse à la classe en cours d'activité. Qualifiées de mises en commun, elles seront analysées à partir d'extraits de transcription. Nous terminerons par une mise en perspective de ces résultats d'analyse avec les séances mises en œuvre par les deux autres enseignants (i.e., P3 et P4).

1. La séance de SVT : Les moteurs des éruptions volcaniques

La catégorisation des aspects organisationnels comprend un plus grand nombre de déclinaisons pour les sciences expérimentales que pour les mathématiques. Nous avons, en effet, précisé certaines étapes spécifiques à la DI pour ces disciplines qui intègrent des phases d'expérimentation. Ainsi, nous avons codé, en plus des étapes organisationnelles

génériques, les étapes suivantes : Hypothèses, Manipulation, Expérience et Interprétation. Ces différentes étapes sont absentes du codage adopté pour les enseignements de mathématiques du fait que la formalisation des démarches d'investigation diffère.

Le contenu de la séance mise en œuvre par l'enseignante de SVT, ainsi que les modifications apportées, ont été détaillées dans le chapitre I de la partie B (pp.128-130).

1.1. Description des phases organisationnelles

Nous disposons les deux graphiques consécutivement afin de faciliter la lecture des changements relatifs à l'organisation de la séance par l'enseignante. Nous rappelons que les mots-clés que nous avons construits, et qui permettent de caractériser les extraits vidéo codés, figurent dans la partie gauche du graphique. Ces derniers s'intègrent sous forme de rectangles sur l'axe horizontal dont la taille caractérise la durée de l'extrait codé. Cette méthode de visualisation permet ainsi de conserver la temporalité dans laquelle les processus interviennent.

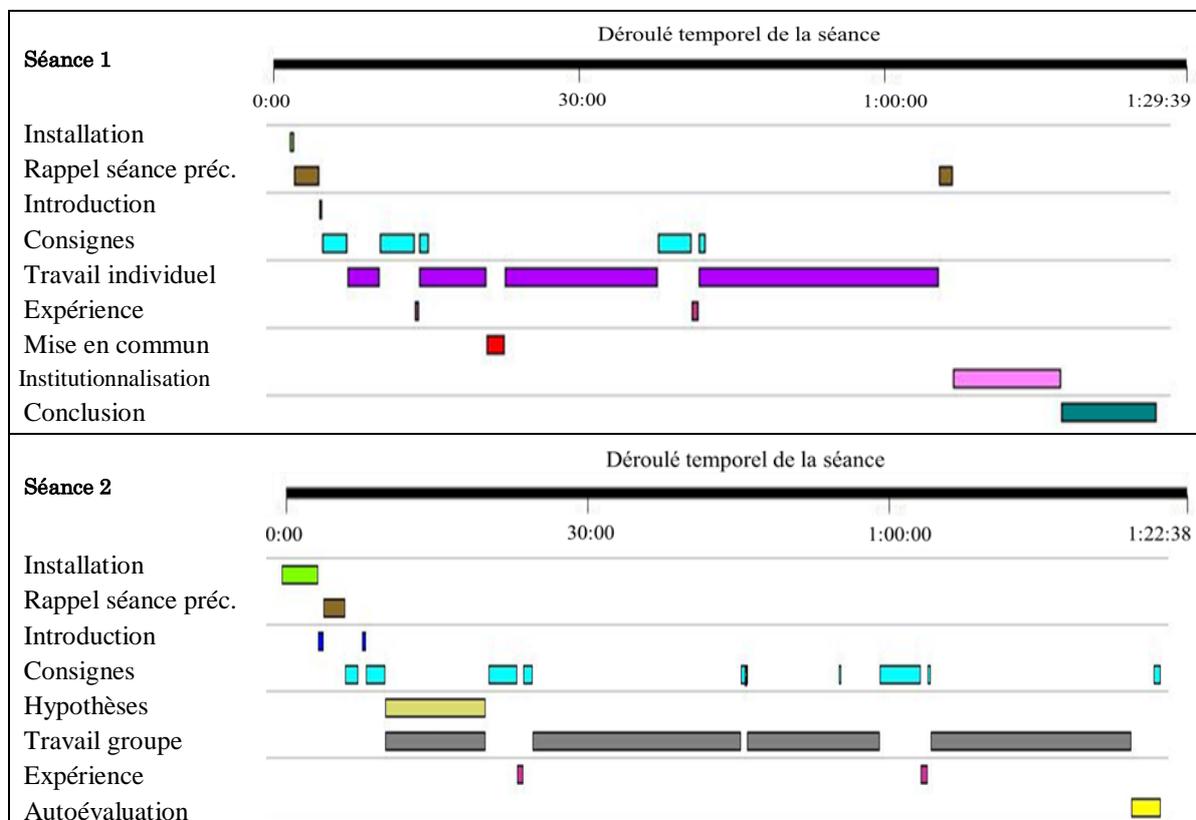


Figure 19. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignante 1

La mise en correspondance de ces deux graphiques permet d'apprécier les modifications apportées par l'enseignante dans la conduite de sa séance. Nous observons

que la modification majeure se situe au niveau de l'organisation du travail des élèves. La première séance se caractérise par un travail principalement individuel. L'enseignante ne permet pas aux élèves d'échanger entre eux durant toute l'activité de recherche, mais ces derniers ont la possibilité de poser individuellement des questions à l'enseignante qui circule dans les rangs.

Séance 1	P1. 0:13:30	vous travaillez de façon individuelle, si jamais il y a des soucis, vous levez la main et je réponds, ou j'aide ou je donne un coup de pouce en fonction
----------	----------------	--

C'est lors de la phase d'institutionnalisation, lorsque l'enseignante a ramassé les feuilles d'activité, que les élèves peuvent échanger collectivement sur leurs réponses aux questions. On identifie à deux reprises un temps consacré au rappel de la séance précédente. Le premier temps intervient au début de la séance et le second à la fin de l'activité d'investigation, avant la phase d'institutionnalisation.

Lors de la deuxième séance, l'activité se caractérise essentiellement par un travail de groupe en binômes. L'enseignante leur donne ce choix en début d'activité et leur précise qu'un seul travail par binôme sera à rendre.

Séance 2	P1. 0:06:20	si vous voulez vous avez le droit de travailler à deux, vous voulez travailler seuls ou à deux ? à deux ? ok allez on y va (...) donc ce qui veut dire, si vous travaillez à deux, vous me rendez une seule copie ce qui veut dire que si on travaille à deux on fait le boulot à deux.
----------	----------------	---

Les deux séances conservent en commun un temps destiné au rappel de la séance précédente, mais celui-ci n'intervient pas au même moment. Lors de la première séance, ce rappel est réalisé avant la présentation du problème (i.e., Introduction), alors que pour la deuxième, il intervient au regard du problème posé. L'enseignante revient en effet sur la question de recherche au milieu du temps de consignes, permettant ainsi de la mettre en perspective avec ce que les élèves ont travaillé précédemment. Globalement, les temps de consignes et d'expériences sont assez similaires pour les deux séances mais ceux-ci interviennent à des moments différents. Les deux expériences réalisées par l'enseignante devant la classe entière interviennent approximativement dans le même intervalle de temps, mais celles-ci sont réalisées beaucoup plus tard lors de la deuxième séance. Cela s'explique par l'introduction d'un temps consacré à la formulation des hypothèses en binômes qui n'était pas prévu lors de la première séance.

La phase d'institutionnalisation observée lors de la première séance consistait à rappeler les définitions abordées lors des séances précédentes avant de corriger l'activité collectivement. Cette phase était menée sous la forme d'un « challenge » entre les élèves lors duquel l'enseignante attribuait les tours de parole et comptabilisait à la main les bonnes réponses données par les élèves. L'enseignante validait ou invalidait ensuite les réponses formulées puis projetait au tableau la correction de l'activité afin que les élèves la recopient dans leur classeur de cours.

Séance 1	P1. 1:09:22	donc on est dans la leçon allez on saute une ligne après les schémas [...] quels sont les moteurs des éruptions, Gabriel, qu'est-ce que tu as découvert grâce à cette activité c'est quoi qui va permettre au magma de remonter ?
	E.	bah il y a le gaz et la chaleur
	P	voilà le gaz et la chaleur effectivement

Lors de la phase de conclusion, l'enseignante introduisait le chapitre suivant et les informait du prochain contrôle de connaissances sur la séquence qu'ils venaient de terminer. L'enseignante demandait enfin aux élèves s'il restait des choses qu'ils n'avaient pas comprises sur l'activité.

Ces deux phases (i.e., Institutionnalisation et Conclusion) sont absentes de la deuxième séance, ce qui augmente de 20 minutes le temps total consacré à l'activité. La correction collective des réponses a été supprimée ainsi que la production de trace écrite dans le cours à la fin de la séance. Il est possible que l'enseignante ait reporté ce temps à la séance suivante. Nous notons enfin que la séance se termine par un court temps consacré à l'autoévaluation, ce qui n'était pas prévu lors de la première séance.

1.2. Avancée du savoir dans la classe

L'analyse des deux séances mises en œuvre par l'enseignante 1 ne permet pas de caractériser précisément l'avancée du savoir. En effet, les élèves ont à mener leur activité de façon autonome en répondant au fur et à mesure aux différentes questions qui sont présentées sur leur feuille d'activité. Seuls les deux temps d'expériences contraignent leur activité. Celles-ci sont en effet réalisées en classe entière à deux reprises par l'enseignante après s'être assurée que tous les élèves ont terminé la première partie de l'activité pour passer à la suivante.

Lors de la première séance nous avons identifié une courte mise en commun aux alentours de la vingtième minute. Celle-ci est proposée par l'enseignante après avoir

observé des difficultés chez certains élèves pour comprendre ce que signifie une expérience témoin :

Séance 1	P1. 0:19:50	tout à l'heure je vous ai demandé « expérience témoin » est-ce que tout le monde comprenait, est-ce qu'il y a besoin de faire un petit point ou je vous laisse faire ? Petit point ou pas petit point ?... bon petit point on lève le nez s'il vous plait tout à l'heure (<i>elle prend l'erenmeyer</i>) Elise a rempli au 2/3 d'eau (<i>elle le remplit d'eau</i>) on a mis un cachet ?
	E.	effervescent
	P1.	oui, on a rebouché et vous avez vu ce qui s'est passé, là j'ai fait qu'une seule expérience, scientifiquement, pour que ça soit juste il faudrait que j'en fasse une 2 ^{ème} en même temps que celle-là, c'est ce qu'on appelle une expérience ?
	E.	témoin
	P1.	c'est quoi une expérience témoin ? Nouvelle affiche qu'on va avoir dans la classe (<i>l'enseignante colle une affiche déjà préparée au tableau</i>) une expérience témoin c'est une expérience qu'on fait en même temps qu'une autre, donc en même temps que celle-là, il aurait fallu que je la fasse celle-là mais où l'on enlève l'élément dont on veut prouver l'effet

Cet extrait montre que l'enseignante avait anticipé cette difficulté des élèves. L'introduction de cette affiche, préparée en amont de la séance, correspond à ce que l'enseignante appelle un « coup de pouce ». L'affiche présente la définition de l'expérience témoin et est destinée à être collée sur un des murs de la classe parmi d'autres affiches suivant ce même principe.

Lors de la deuxième séance, aucune mise en commun n'a été identifiée. L'enseignante ne revient pas sur la notion d'expérience témoin car celle-ci est considérée acquise comme en témoigne cet extrait :

Séance 2	P1. 0:22:54	dans ces quatre questions il y a des verbes qu'on a déjà travaillé : décrire, schématiser, raisonner, il y a des choses que vous avez déjà fait en 6 ^{ème} et en 5 ^{ème} comme des expériences témoin d'accord
----------	----------------	--

Finalement, la deuxième séance se caractérise par une mise en activité plus longue des élèves, essentiellement réalisée par binômes, et sans validation collective des résultats en fin d'activité. Les élèves disposent au total d'une soixantaine de minutes pour compléter les deux parties de l'activité (i.e., les quatre questions de l'expérience 1 et 2).

1.3. Ce qu'il faut retenir de la séance de SVT

Les modifications apportées par l'enseignante 1 se traduisent d'abord par un changement de l'organisation du travail des élèves, le travail de groupe étant autorisé lors de la deuxième séance. Même si une modification des responsabilités des élèves (topogénèse) pour mener leur activité est identifiée à ce niveau, leur avancée reste néanmoins contrainte par l'avancée globale de la classe. En effet, l'enseignante conserve la responsabilité de faire les expériences lorsqu'elle estime que la majorité des élèves est prête à passer à l'étape suivante. Sur le plan chronogénétique, nous notons que la façon dont les deux séances sont conduites laisse assez peu de place à l'improvisation. Les élèves doivent en effet suivre les différentes étapes de la démarche d'investigation en répondant à un ensemble de questions précises et hiérarchisées. Il paraît difficile ici de s'en écarter.

Nous relevons que le temps de travail des élèves sur l'activité est augmenté et que les temps de validation collective en fin d'activité sont pour leur part supprimés. Nous pointons l'introduction d'un temps consacré à l'autoévaluation lors de la deuxième séance qui n'est pas identifié lors de la première. Bien qu'une partie autoévaluation soit intégrée à l'activité de la première séance, celle-ci ne fait pas l'objet d'une étape spécifique.

2. La séance de mathématiques : les diagonales d'un polygone

Le contenu de la séance de mathématiques sur le nombre de diagonales d'un polygone et les modifications apportées ont été détaillées dans le chapitre I de la partie B (pp.130-132). Cette séance a été mise en œuvre à deux reprises par les enseignants 2 et 3. Nous ne détaillons ici que les séances de l'enseignant 2, mais celles-ci seront mises en perspective avec celles de l'autre enseignante à la fin de cette section. La description complète des résultats de l'enseignante 3 est disponible en annexe 3 (pp.351-353).

2.1. Description des phases organisationnelles

La Figure 20 présente l'encodage des phases organisationnelles identifiées lors des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 2. Nous pouvons d'ores et déjà noter une différence de durée entre les deux séances. La première séance étant plus longue de 10 minutes, la proportion de chaque activité sur la durée totale de la séance est à considérer. Les élèves ont travaillé par groupes de quatre élèves sur le problème durant 28 minutes lors de la première séance contre 35 minutes lors de la deuxième.

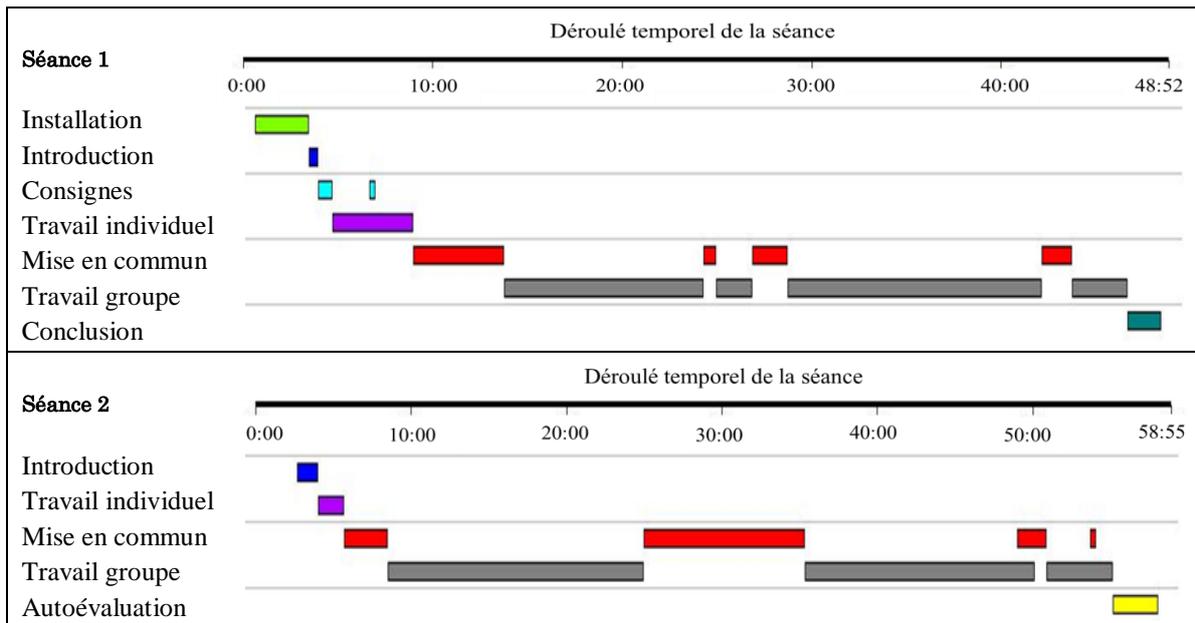


Figure 20. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 2

Les deux séances se caractérisent par un temps de travail en groupe prédominant. Nous observons un temps destiné à la présentation du problème (i.e., Introduction) légèrement plus long lors de la deuxième séance et un temps de travail individuel quant à lui réduit. Lors de ce temps de travail individuel, l'enseignant invite les élèves à lire l'énoncé du problème et à noter sur leur feuille les problèmes de compréhension éventuellement rencontrés. L'enseignant propose aux élèves de se référer à leur leçon si certains mots ne sont pas compris :

Séance 1	P2. 0:03:20	dans un premier temps vous allez chacun vous prendre cinq minutes pour essayer de bien comprendre le problème, ceux qui ont compris le problème et bien vous partez dans sa résolution et si jamais vous avez pas compris le problème, bah pendant ces 5 minutes vous regardez dans votre leçon s'il y a des indices et surtout vous écrivez sur votre feuille tout ce qui vous pose problème, s'il y a des mots que vous ne comprenez pas, s'il y a des mots qu'il faut qu'on vous explique, et puis dans 5 minutes on fera un premier point d'explication pour vous aider dans les mots que vous ne comprenez pas
----------	----------------	---

Nous remarquons que les temps de consignes sont absents de la deuxième séance, c'est-à-dire que l'enseignant ne précise pas l'organisation du travail et le déroulé de la séance. Cela suggère soit un oubli de la part de l'enseignant, soit une habitude de classe préétablie sur le travail de groupe, son organisation et ses règles.

Lors de la première séance, nous percevons un temps de conclusion lors duquel l’enseignant explique le déroulé de la séance suivante au regard du stade de résolution atteint par les élèves. Lors de la deuxième séance, ce temps a été remplacé par un temps d’autoévaluation. En ce qui concerne les mises en commun²⁶, nous en dénombrons quatre pour chaque séance mais leur durée et leur contenu varient d’une séance à l’autre. Ces mises en commun nous renseignent sur l’état d’avancée du savoir dans la classe, nous les présentons en détail dans la section suivante.

2.2. Avancée du savoir dans la classe

Lors de la première séance, une première mise en commun prend place à la 8^{ème} minute et consiste à laisser s’exprimer les élèves sur les problèmes rencontrés à la lecture de l’énoncé. Les élèves commencent par demander ce qu’est une diagonale puis ce qu’est un polygone. L’enseignant demande à deux élèves volontaires de dessiner des polygones au tableau. Lors de ce temps d’échanges, la question de ce qu’est un sommet émerge. L’élève au tableau montre alors une pointe d’un des polygones puis trace une diagonale afin d’exemplifier les différentes notions. La deuxième mise en commun débute à la 23^{ème} minute et vise à reformuler la question de recherche pour ceux qui ne perçoivent pas l’objectif :

Séance 1	P2. 0:23:37	Alors je vais peut-être reformuler la question parce qu'il y en a qui ne la comprennent pas, donc on est à peu près d'accord que là on a dessiné deux diagonales pour le carré, la question qui se pose au fond c'est de savoir, si je vous dis, bon voilà, j'ai dessiné un polygone qui fait 25 cotés est-ce que vous pouvez me dire combien ce polygone a de diagonales ? voilà, donc est-ce qu'il y a un lien, est-ce qu'on peut le trouver comme ça juste en connaissant le nombre de cotés ?
----------	----------------	---

La troisième mise en commun, qui intervient à peine trois minutes après la précédente, fait suite à la remarque d’une élève sur les diagonales extérieures. L’enseignant dessine alors au tableau un polygone concave, trace la diagonale extérieure et rappelle la définition d’une diagonale.

²⁶ Lorsque l’indicateur de mise en commun chevauche celui du travail de groupe, cela signifie que les élèves poursuivent leur activité en dépit de la consigne d’une mise en commun en classe entière.

Séance 1	P2. 0:26:30	Ranya là elle vient de me dire ça je ne le trace pas parce que ce n'est pas dans la figure, mais est-ce qu'on a dit qu'une diagonale ça devait passer dans la figure ? on a dit que ça devait joindre deux sommets c'est tout après on a l'habitude de voir des figures où les diagonales elles passent toutes elles sont toutes à l'intérieur

La quatrième mise en commun prend place à la 41^{ème} minute lorsque l'enseignant tente de recentrer l'attention des élèves sortis de la recherche. Il les invite à essayer de répondre à la question avec un polygone à dix-huit sommets, puis à trente, afin qu'ils comprennent que les dessins seuls ne permettent pas de proposer une conjecture.

Séance 1	P2. 0:41:49	Emilie si je te demande combien de diagonales a un polygone qui fait 18 sommets est-ce que tu peux trouver la réponse
	E.	oui
	P2.	et tu vas faire comment pour la trouver ?
	E.	je vais la faire la figure
	P2.	tu vas faire la figure avec 18 sommets et tu vas faire quoi après ?
	E.	je vais tracer
	P2.	tu vas tracer et après ?
	E.	compter
	P2.	compter et donc si je te demande la même chose pour un polygone qui fait 30 sommets tu vas faire le dessin et tu vas tracer et tu vas compter ?
	E.	non
P2.	non bah alors il y a peut-être quelque chose à observer il y a peut-être un moyen plus rapide mais pour ça faut se concentrer pour dire bon bah est-ce qu'il n'a pas un lien entre le nombre de sommets et le nombre de diagonales	

Cet extrait, qui intervient dans les dix dernières minutes de la séance, indique que les élèves multiplient les dessins de polygones mais qu'ils ne perçoivent pas l'objectif qui consiste à proposer une formule pour répondre à la question. L'enseignant, qui semble préoccupé par le temps, conclut la séance en reformulant le problème et en précisant qu'ils ne pourront pas dessiner les diagonales d'un polygone à 100 cotés.

L'analyse des mises en commun de la deuxième séance permet d'identifier une modification de l'avancée du savoir dans la classe. Tout d'abord, la première mise en commun identifiée en début de séance est relativement courte mais permet néanmoins d'aborder les différents problèmes soulevés par les élèves quant à la compréhension de l'énoncé. En effet, les élèves commencent par s'interroger sur la définition de polygone puis sur le nombre de polygones à dessiner. L'enseignant en profite alors pour reformuler

le problème en leur demandant de donner le nombre de diagonales d'un polygone de huit ou dix sommets. C'est à la suite de cette reformulation que les concepts de diagonales et de sommets sont expliqués puis exemplifiés par des élèves et que la question des diagonales extérieures intervient.

Séance 2	P2. 0:07:38	il y a une question là, il faut écouter les questions de tout le monde alors il y a une diagonale c'est un segment qui relie un sommet à un autre sommet et Lucas tu disais qu'il faut qu'il soit à l'intérieur ?
	E.	oui
	P2.	on en avait parlé de ça déjà quand on a fait le cours sur les polygones est-ce qu'une diagonale doit être à l'intérieur ?
	E.	non pas forcément
	P2.	pas nécessairement d'accord (...) tout le monde a compris polygone diagonale ce qu'on doit faire ?

Ainsi, nous notons que les questions relatives aux diagonales extérieures et au nombre de polygones à dessiner sont abordées beaucoup plus tôt que pour la première séance.

Lors de la seconde mise en commun, intervenant à la 24^{ème} minute, l'enseignant demande à deux élèves d'exposer leur recherche au tableau afin de les inciter à construire des polygones simples qui permettront de dégager plus facilement une conjecture. L'enseignant propose ensuite un débat avec les élèves en vue de résumer les différentes propositions d'élèves et de les faire se positionner sur celles-ci par un vote à main levée (e.g., « qui pense que le nombre de diagonales va augmenter avec le nombre de sommets ? »). Enfin, l'enseignant demande à un élève d'exposer sa stratégie de comptage des diagonales au tableau. Ce dernier dessine un polygone à huit cotés puis trace les diagonales partant de chaque sommet avec une couleur différente. Cette mise en commun se clôture à la 35^{ème} minute par l'expression libre des élèves sur leurs stratégies personnelles de comptage (e.g., multiplication, couleurs, codage).

La troisième mise en commun, à la 48^{ème} minute, est destinée à faire comprendre aux élèves que les formules proposées par les groupes doivent ensuite être testées sur d'autres polygones afin de pouvoir valider ou invalider leur conjecture. L'extrait suivant montre que l'enseignant cherche à faire comprendre le rôle du contre-exemple car certains se satisfont de leur formule sans la vérifier sur plusieurs cas :

Séance 2	P2. 0:48:39	quand vous avez trouvé juste (<i>regarde sa montre</i>) là essayez d'écouter s'il vous plait il y a beaucoup, beaucoup d'élèves qui en sont à faire des figures avec beaucoup de sommets 10 sommets par exemple et qui n'ont absolument pas envie de compter le nombre de diagonales donc ils font un calcul et ce calcul qui va marcher qu'est-ce qu'il faut faire avec ce calcul pour être sûr que ce calcul va marcher avec la méthode
----------	----------------	---

A la 53^{ème} minute, l'enseignant entame une dernière mise en commun sur les formules proposées par les élèves afin qu'ils la testent sur des polygones à 25 sommets. Toutefois ces formules ne sont pas explicitées, l'enseignant nomme seulement les élèves qui disent avoir trouvé une formule et leur demande de la tester avec un polygone spécifique. Ainsi, il n'y a pas de temps de débats à proprement parlé sur les propositions des groupes qui leur permettrait de confronter leurs conjectures à celles des autres groupes.

L'analyse du contenu des mises en commun en classe entière des deux séances nous permet d'identifier les différents objets de savoir abordés pour chacune d'elles et le degré d'atteinte des objectifs visés. On relève que la façon dont l'enseignant organise la deuxième séance permet de traiter les questions de définitions plus rapidement afin d'optimiser les temps de recherche destinés à la formulation de conjectures. L'avancée du savoir correspond davantage aux attentes de l'enseignant ; les élèves du deuxième groupe ont proposé des formules (ce qui n'était pas le cas du premier groupe) mais ne semblent néanmoins pas percevoir le rôle du contre-exemple. Il manquerait probablement une dizaine de minutes supplémentaires pour y parvenir. Nous rappelons aussi que la deuxième séance est plus longue que la première ce qui peut expliquer en partie le fait que le premier groupe ne soit pas parvenu à proposer de conjectures. Enfin, l'enseignant consacre un temps en fin de séance pour l'autoévaluation ce qu'il n'avait probablement pas eu le temps de faire la première fois..

2.3. Mise en perspective des deux séances de mathématiques

L'analyse des phases organisationnelles identifiées pour les deux enseignants de mathématiques montre qu'ils ont différentes façons de concevoir la mise en œuvre d'une démarche d'investigation. L'enseignant 2 met en place, pour les deux séances filmées, des mises en commun régulières qui lui permettent de réguler l'avancée du savoir au fur et à mesure des difficultés rencontrées par les élèves. L'enseignante 3 met en place des temps d'échanges collectifs de façon moins régulière ; un seul temps est identifié lors de la première séance et deux temps sont identifiés lors de la deuxième. Il s'agit peut-être ici de

stratégies d'enseignement différentes, certaines relevant d'une volonté de contrôler progressivement et régulièrement l'avancée des élèves et d'autres de mutualiser les points de discussion afin de ne pas perturber l'avancée individuelle des groupes. Néanmoins, malgré ces divergences, l'enseignante 3 apporte des ajustements lors de la deuxième année qui rejoignent les pratiques de l'enseignant 2. En effet, nous notons l'introduction d'un temps de travail individuel en début de séance pour permettre aux élèves de s'approprier la consigne ainsi que la mise en place d'un temps de régulation collective sur les stratégies de comptage des diagonales.

Sur le plan chronogénétique, une différence notable entre la première et la deuxième mise en œuvre apparaît. Pour les deux enseignants, l'avancée du savoir dans la classe se révèle être plus en adéquation avec les objectifs poursuivis. Dans la deuxième séance, et pour les deux enseignants, plusieurs élèves parviennent à formuler des conjectures, ce qui n'est pas identifié lors de la première. Les difficultés liées au vocabulaire ont été anticipées par ces enseignants ce qui leur a permis de les dépasser beaucoup plus tôt dans la séance. Les élèves disposent ainsi d'un temps plus important pour faire des essais et produire des conjectures.

3. La séance de SPC : La température de l'eau portée à ébullition

Nous avons codé, comme pour la séance de SVT, les étapes liées à la démarche expérimentale pour les séances de SPC. Ce découpage étant indépendant du codage des phases organisationnelles génériques, les apparitions de ces mots-clés peuvent se chevaucher au sein de la représentation graphique. Le contenu de la séance de SPC sur la température de l'eau portée à ébullition, ainsi que les modifications apportées, ont été détaillées dans le chapitre I la partie B (pp.133-136). Dans cette section, nous présenterons les deux séances mises en œuvre par l'enseignante 4 avant de les discuter au regard des résultats d'analyses obtenus pour l'enseignante 5. Ces derniers sont présentés de la même façon en annexe 4 (pp.354-356).

3.1. Description des phases organisationnelles

La Figure 21 présente successivement l'encodage des phases organisationnelles des deux séances mises en œuvre par l'enseignante 4. Nous notons que ces deux séances sont d'une durée équivalente.

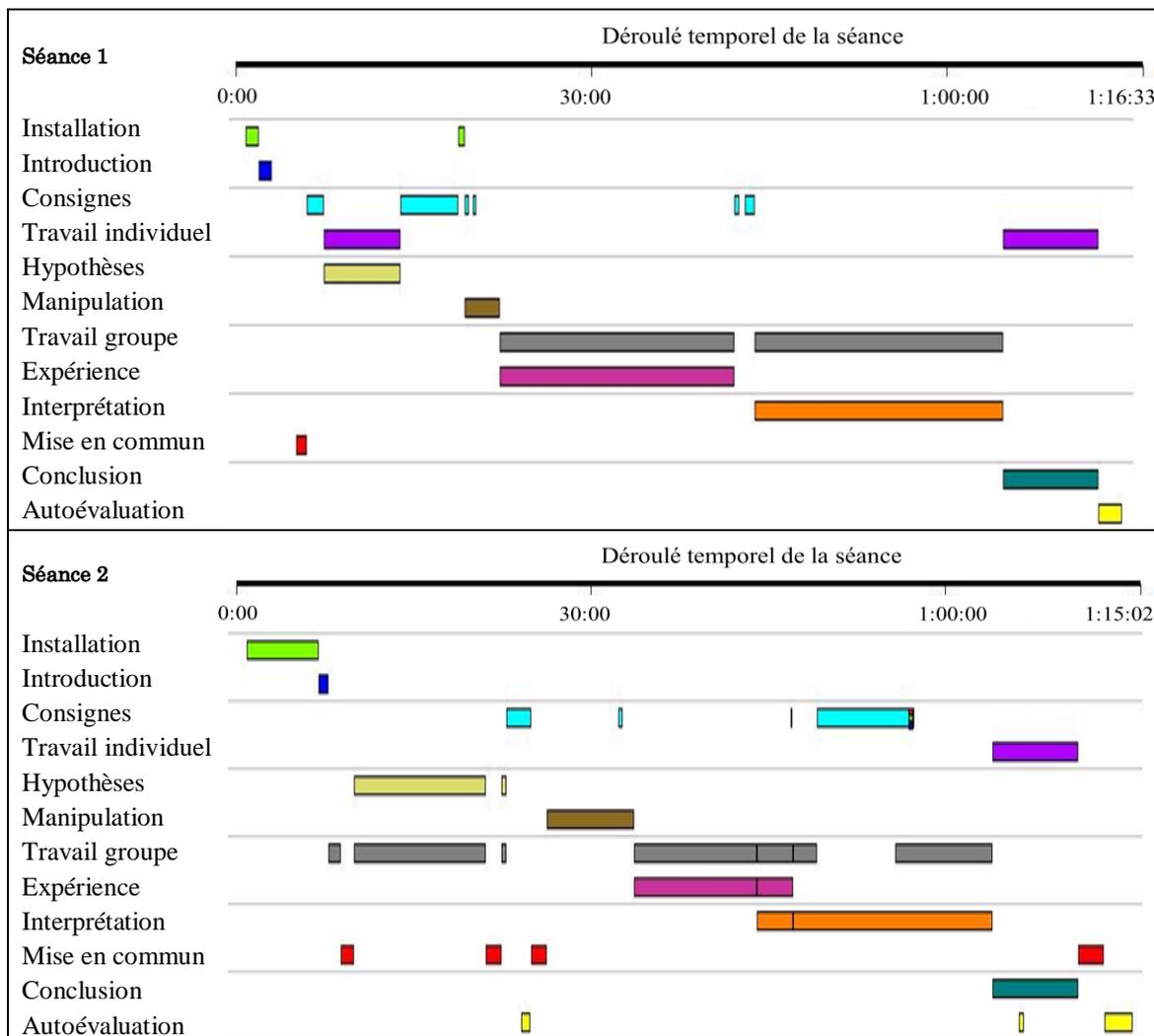


Figure 21. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 4

La première séance se caractérise par deux temps de travail individuel en début et en fin de séance. Lors du premier temps, d'une dizaine de minutes environ, les élèves ont à rédiger par écrit leurs prévisions individuelles (i.e., Hypothèses) après avoir associé chaque graphique à sa description. Ensuite, lors du deuxième temps intervenant en fin de séance, les élèves doivent rédiger leur conclusion individuelle par rapport à ces prévisions. La deuxième séance se distingue de la première par un travail de groupe prédominant. On note que le premier temps de travail individuel sur les prévisions a été remplacé par un temps d'échanges et d'argumentation en binômes sur celles-ci.

Ensuite, lors de la première séance, une quarantaine de minutes est consacrée au travail de groupe lors duquel les élèves effectuent leurs mesures puis réalisent le graphique correspondant à celles-ci. Une fois les mesures et le travail d'interprétation réalisés, les

élèves rédigent leur conclusion individuellement. Lors de la deuxième séance ces temps sont couplés et/ou se chevauchent avec d'autres étapes. Cela tient au fait que l'enseignante introduit en parallèle des temps de consignes au fur et à mesure de l'investigation afin que les binômes puissent avancer à leur rythme. En effet, contrairement à la première séance où les étapes Expérience, Consignes et Interprétation étaient cloisonnées, la deuxième séance est conduite de telle sorte que les élèves ont la possibilité de réaliser plusieurs tâches en même temps (e.g., ils peuvent tracer leur graphique en même temps qu'ils réalisent leurs mesures et/ou répondre aux questions d'interprétation). Pour cette deuxième séance, le temps de travail destiné à la rédaction individuelle de la conclusion est conservé. Ce temps est suivi par l'introduction d'une mise en commun en classe entière.

On identifie un temps de consigne, de la 48^{ème} à la 55^{ème} minute, relativement long par rapport à celui de la première séance. Lors de ce temps, l'enseignante explicite en classe entière les consignes de graduation du graphique à construire, puis propose une esquisse de ce dernier au tableau. Nous identifions en outre un total de quatre temps de mises en commun lors de cette séance alors qu'une seule n'a été observée lors de la première. Enfin, même si les deux séances conservent en commun un temps dédié à l'autoévaluation qui les clôture, la deuxième séance intègre deux temps supplémentaires en cours de séance. Nous nous focalisons maintenant sur le contenu des mises en commun identifiées.

3.2. Avancée du savoir dans la classe

Lors de la première séance, une courte mise en commun en début d'activité, et avant de débiter le temps de travail individuel, consiste à s'assurer que les élèves comprennent les graphiques et parviennent à les interpréter avant de se lancer dans l'étape de prévision. L'enseignante demande lors de celle-ci à trois élèves d'explicitier leur interprétation des trois graphiques par rapport aux descriptions correspondantes. Il n'y a pas d'autre mise en commun puisque l'enseignante demande ensuite à chaque élève de formuler ses propres hypothèses en vue de les vérifier individuellement.

Lors de la seconde séance, nous relevons quatre temps de mise en commun. Le premier temps est, comme pour la première séance, lié à la correction des questions d'association des graphiques à leur description. Le deuxième, qui prend place à la 20^{ème} minute, consiste à rappeler la définition de l'ébullition et à questionner les élèves sur leur compréhension de celle-ci et les connaissances associées au concept. Le troisième temps,

qui intervient peu de temps après la deuxième mise en commun, consiste en un sondage sur les propositions choisies.

Séance 2	P4. 0:23:55	Alors maintenant j'aimerais... on va faire un petit sondage concernant le choix de chacun des graphiques et on va voir un peu quels sont les différents avis de la classe. Alors pour le graphique A qui a choisi levez la main, alors qui a choisi le graphique A ?
----------	----------------	--

L'enseignante comptabilise alors les propositions des élèves, les note au tableau puis utilise la variété des réponses obtenues pour justifier la nécessité d'expérimenter :

Séance 2	P4. 0:24:40	donc on voit bien que vous avez déjà tous des opinions différentes et que en plus deux graphiques recueillent autant de propositions l'un que l'autre on va donc essayer de faire l'expérience pour voir qui a raison je pourrais vous poser la même question concernant la température d'ébullition de l'eau mais bon après il y aurait vraiment plusieurs résultats possibles donc ça serait un petit peu long à gérer
----------	----------------	--

Le quatrième temps en fin de séance, qui intervient juste après la phase de conclusion individuelle, consiste à demander aux élèves de s'exprimer sur l'interprétation de leurs mesures et ce qu'ils peuvent en conclure. L'enseignante réaffirme alors le besoin d'expérimenter pour pouvoir valider ou invalider ses prévisions :

Séance 2	P4. 1:09:41	vous avez vu que ça fait du bien de faire l'expérience hein, pourquoi ? hein Marine et Malone, là il y avait deux personnes qui ont pensé que le A c'était la 1 ^{ère} solution, bon bah ça fait du bien déjà de faire la manipulation parce qu'on voit qu'on peut se tromper, d'ailleurs, Anthony et Corentin qu'est-ce qui vous avait fait penser que ça pouvait être le A le résultat ?
	E.	bah je pensais que l'eau elle montait tout le temps
	P4.	d'accord tu pensais que la température de l'eau augmentait tout le temps donc comme enfin selon la quantité de chaleur qui était amenée par l'appareil
	E.	même si la chaleur était tout le temps pareil et ben l'eau elle augmente tout le temps
	P4.	d'accord que la température de l'eau augmentait malgré la chaleur

Cet extrait montre que l'enseignante revient sur les idées initiales des élèves (i.e., les prévisions formulées en début de séance et leurs arguments) puis les compare aux graphiques qu'ils ont construits de manière à expliciter leur progression. Cette mise au jour des conceptions d'élèves et l'explicitation collective de l'état d'arrivée permet d'institutionnaliser les résultats obtenus à travers une validation collective. Dans la première séance, les réponses étaient validées individuellement lorsque l'enseignante

passait dans les groupes. Les divergences de conceptions et les résultats n'étant pas mis en commun, l'enseignante ne pouvait comme ici expliciter l'intérêt d'expérimenter.

3.3. Mise en perspective des deux séances de SPC

L'analyse des deux séances mises en œuvre par les enseignantes 4 et 5 révèle des divergences quant à la façon d'organiser les échanges en classe entière. Lors de la première séance, l'enseignante 4 ne prévoit pas de temps d'échanges sur les prévisions ou les résultats des élèves contrairement à l'enseignante 5. Ensuite, lors de leur deuxième mise en œuvre, l'enseignante 4 privilégie un recueil des prévisions des élèves par un vote à main levée, sans demande de justification, alors que l'enseignante 5 consacre un temps collectif important pour que chaque élève présente devant la classe sa prévision et la justification de son choix. Nous notons également que l'enseignante 4 n'interroge pas les élèves sur la température d'ébullition de l'eau car cela est estimé trop coûteux en temps, ce que fait l'enseignante 5 lors des deux séances. Néanmoins, l'enseignante 4 a modifié sa séance en introduisant des temps d'échanges collectifs sur les résultats obtenus par certains groupes qui lui permettent de justifier la phase d'expérience mais aussi d'explicitier leur progression.

En somme, pour les deux enseignantes, la responsabilité confiée aux élèves est assez faible. Les étapes de l'activité sont en effet très cadrées et les élèves ont à suivre minutieusement le déroulé prévu. Même si les confrontations sont davantage valorisées lors de la deuxième séance, les élèves disposent d'une faible marge de manœuvre pour conduire leur investigation ou s'écarter des consignes données. L'enseignante 4 autorise néanmoins une plus grande responsabilisation des élèves lors de la deuxième séance en les laissant compléter les phases de mesure, d'interprétation et d'autoévaluation à leur rythme. Nous relevons aussi que l'enseignante 5 tente de déléguer une part des responsabilités aux élèves en leur demandant ce qu'il convient de faire après l'étape de prévision. Néanmoins l'effet du milieu (i.e., présence du matériel expérimental sur les paillasses et consignes détaillées sur la feuille d'activité) altère cette prise de responsabilité.

4. Caractérisation des séances d'enseignement étudiées

L'analyse réalisée à l'échelle *méso* apporte un certain nombre d'informations sur la façon dont les enseignants conçoivent la mise en œuvre d'une démarche d'investigation en salle

de classe. Nous identifions un ensemble d'étapes qui semblent se conformer au canevas défini dans les prescriptions officielles, mais nous montrons que ces étapes sont parfois mises en œuvre partiellement et pas toujours de façon cohérente. Dans cette section, nous allons mettre en perspective l'analyse des différentes séances mises en œuvre par l'ensemble des enseignants de notre groupe de sujets, chacun dans leur spécificité disciplinaire. Nous commencerons par détailler les séances d'enseignement mises en œuvre lors de la première année, puis nous décrirons les changements apportés lors de la deuxième année.

4.1. Séances d'investigation mises en œuvre lors de la première année

Au regard du canevas des sept moments-clés, nous retrouvons le choix de la situation-problème par les enseignants de mathématiques et les actions qu'ils déploient pour que les élèves s'approprient le problème et formulent des conjectures. En effet, les deux enseignants guident le travail des élèves, reformulent les questions de recherche et recentrent le questionnement.

Cependant, nous avons vu que les acquis des élèves n'étaient pas suffisamment considérés. L'enseignant 2 prend le temps d'interroger les élèves au début de la séance sur ce qui n'est pas compris, mais cela ne suffit pas à surmonter certaines difficultés d'élèves (e.g., les diagonales extérieures). L'enseignante 3 ne prévoit quant à elle pas de temps collectifs afin d'évaluer ces connaissances et conceptions, ce qui la conduit à réguler la séance trop tardivement (i.e., à la 44^{ème} minute) pour parvenir aux objectifs initialement visés. Pour ces deux premières séances de mathématiques, ce manque retarde de façon considérable le temps d'activité destiné à faire émerger des conjectures.

Les deux enseignants tentent de faire justifier les élèves et d'introduire le besoin de preuve mais cela échoue en raison du manque de confrontation entre les élèves. En effet, les résultats des groupes ne sont pas communiqués en classe entière et les élèves ne sont pas invités à débattre sur leurs résultats. Par conséquent, l'échange argumenté autour des propositions élaborées n'a pas lieu. Même si les deux enseignants mettent leurs élèves par groupe afin de favoriser le débat interne, cela ne semble pas suffisant pour que les élèves perçoivent le besoin d'expérimenter pour généraliser. L'analyse des deux séances ne fait pas non plus apparaître de temps consacré à la structuration des connaissances en fin de séance. Les enseignants semblent limités par le temps, ce qui ne leur permet pas de

reformuler les connaissances acquises et d'explicitier le niveau de résolution atteint par la classe.

En sciences expérimentales, nous pouvons également faire émerger un parallèle entre les phases organisationnelles identifiées et le canevas des sept moments clés. Les trois enseignantes (P1, P4 et P5) commencent par identifier les conceptions des élèves et leurs difficultés en début de séance avant d'introduire la situation-problème. Cela se traduit chez l'enseignante de SVT lorsqu'elle demande aux élèves de rappeler les savoirs abordés lors de la séance précédente et qu'elle les met en lien avec les objectifs et savoirs visés de la séance en cours. Pour les enseignantes 4 et 5 de SPC, nous notons qu'elles débutent la séance en interrogeant les élèves sur leur compréhension des graphiques et les difficultés éventuellement rencontrées. L'enseignante 5 intègre également un temps destiné au recueil des conceptions des élèves.

L'enseignante de SVT ne fait pas formuler d'hypothèses lors de la première séance et, par un travail essentiellement individuel, n'autorise pas le débat interne. Les deux enseignantes de SPC font pour leur part formuler des hypothèses de façon individuelle, mais seule l'enseignante 5 le fait à des fins de communication. Ainsi, même si le débat interne est encouragé par ces deux enseignantes, celui-ci se voit contraint par la valorisation d'hypothèses qui doivent être individuelles et pour lesquelles il ne leur est pas demandé d'argumenter.

Les trois enseignantes guident le travail des élèves pour recentrer le questionnement mais ne parviennent cependant pas à confronter les divergences pour faire naître le questionnement. En effet, l'enseignante de SVT ne met pas en perspective les différentes conceptions d'élèves et les enseignantes de SPC n'utilisent pas la diversité des conceptions pour amorcer une réflexion sur le protocole à mettre en place. Ces trois enseignantes guident de façon très resserrée les étapes de l'activité, laissant peu de responsabilités aux élèves dans la conduite de la démarche. En outre, elles fournissent aux élèves une feuille de consignes présentant un ensemble d'étapes strictes à suivre, ce qui rend difficile la possibilité aux élèves de s'en écarter ou encore de contribuer à l'élaboration d'un scénario.

Finalement, les deux enseignantes de SPC conçoivent la mise en œuvre d'une DI par la mise en place d'une expérience réalisée par les élèves, mais elles ne parviennent pas

toujours à justifier son intérêt. Les extraits de verbalisations que nous avons présentés mettent en lumière le suivi linéaire des étapes Hypothèses- Expérience-Interprétation sans que celles-ci soient justifiées. Seule l'enseignante 5 met au jour les différences de conceptions des élèves, mais l'intérêt de faire l'expérience pour les départager n'est pas pour autant rendu explicite.

Enfin, une confrontation collective des résultats est mise en place par l'enseignante de SVT, mais elle n'est proposée qu'une fois l'activité terminée et les copies ramassées pour être évaluées. Nous pointons que c'est la seule l'enseignante qui consacre un temps dédié à la structuration des connaissances en fin de séance, par la mise en évidence des nouveaux éléments de savoirs qui sont rédigés dans le classeur.

En définitive, nous retiendrons que la majorité des enseignants mettent les élèves par groupes mais que les échanges argumentatifs en classe entière autour des propositions élaborées ne sont pas incités. Les séances de mathématiques apparaissent plus ouvertes à l'improvisation pour introduire des temps d'échanges et de confrontations mais, pour la majorité, ils ne sont que le reflet d'une mise au point conduite à l'initiative de l'enseignant pour répondre aux difficultés identifiées chez les élèves. Cet ensemble de résultats corrobore les résultats de recherche quant à la difficulté éprouvée par les enseignants pour répondre aux prescriptions et aux attentes que cette méthode d'enseignement, fondée sur l'investigation, souhaite initier. Nous allons maintenant décrire les aménagements apportés par les enseignants pour conduire leur séance après qu'un retour réflexif ait été mis en place dans le cadre du dispositif LÉA.

4.1. Séances d'investigation mises en œuvre lors de la deuxième année

L'analyse des séances mises en œuvre par les enseignants lors de la deuxième année montre une relative homogénéisation des pratiques. En mathématiques, nous notons que les deux enseignants se focalisent davantage sur le repérage des acquis des élèves et que les difficultés liées aux notions sont anticipées. L'analyse du contenu des mises en commun reflète une meilleure gestion de l'avancée du savoir par ces enseignants et une meilleure adéquation entre l'activité des élèves et les objectifs visés. Néanmoins, sur le plan topogénique, ces aménagements se traduisent par une plus faible délégation de la responsabilité du savoir aux élèves. Ce sont en effet les enseignants qui introduisent la nécessité de clarifier les notions de polygone et de diagonale avant de commencer

l'activité de recherche. De manière générale, nous relevons que les enseignants insistent davantage sur la formulation de conjectures, mais que seule l'enseignante 3 introduit un échange argumenté autour des propositions des élèves par une communication des résultats. L'enseignant 2 ne prévoit pas de temps pour la validation collective des propositions d'élèves. Par ailleurs, les deux séances ne comprennent pas de phase de conclusion. Il est possible que ces étapes soient prévues pour la séance suivante, mais nos données ne nous permettent pas de le vérifier.

L'enseignante de SVT a considérablement modifié l'organisation de sa séance en autorisant un travail par binômes, cela atteste une évolution sur le plan des responsabilités confiées aux élèves (topogénèse). Néanmoins, c'est elle qui conserve la responsabilité de réaliser les expériences et de passer aux étapes suivantes. Sur le plan chronogénétique, un temps plus important est consacré à l'activité d'investigation, mais au détriment des temps d'échanges collectifs et de mise en évidence des nouveaux éléments de savoirs. Nous pouvons également supposer que ces temps soient reportés à la séance prochaine.

Enfin, les enseignantes de SPC ont, pour leur part, modifié leur façon de prendre en compte les conceptions des élèves. En effet, elles incitent toutes deux les élèves à communiquer leurs prévisions et celles-ci sont prises en compte pour justifier la phase d'expérience. L'enseignante 4 utilise la variété des conceptions pour justifier le besoin de départager les élèves mais aussi pour mettre en lumière l'écart entre ces conceptions initiales et les résultats obtenus. L'enseignante 5 consacre autant de temps à l'explicitation des conceptions des élèves que pour sa première séance mais elle les implique également dans la décision du protocole à suivre. Néanmoins, les étapes de la démarche d'investigation sont encore très cadrées ce qui contraint la mise en place d'une véritable réflexion de la part des élèves sur les procédures à suivre. Nous avons noté que la tentative de bousculement du contrat didactique par l'enseignante 5 ne s'est pas accompagnée d'un changement adéquat du milieu, ce qui réduit nécessairement le champ des possibles. La mise en œuvre d'une expérience en sciences expérimentales, et plus encore lors de séances d'investigation, semble relever d'une habitude de classe, si ce n'est d'une nécessité pour prouver des faits. Ces pratiques semblent ancrées dans un contexte socio-historique préexistant. Les élèves sont, pour la plupart, conscients de ces implications épistémologiques, ce qui biaise en partie le questionnement de l'enseignante 5 au regard d'une responsabilité qui pourrait leur être donnée à ce niveau.

Un dernier élément relatif aux descripteurs de l'activité des élèves et de l'enseignant est à considérer. Des divergences apparaissent dans la description de l'avancée du savoir entre les séances de mathématiques et celles de sciences expérimentales. En sciences expérimentales, les feuilles d'activités données aux élèves définissent le déroulement précis des étapes à suivre pour une durée définie. En mathématiques, le problème ouvert n'implique pas de procédures *a priori*, ni de véritable point d'arrivée. En définitive, les mathématiques et les sciences expérimentales relèvent de logiques d'avancées du savoir différentes par le fait que les objectifs d'apprentissage divergent. Alors qu'en mathématiques l'objectif est d'apprendre à chercher des méthodes de résolution, en sciences il s'agit d'apprendre une démarche, la DI étant enseignée pour elle-même, et les résultats qui seront généralisés à partir d'une expérience. La façon dont les séances de sciences sont mises en œuvre indique finalement que tout est joué d'avance (ce qui n'est pas le cas des séances de mathématiques étudiées) et que les élèves doivent nécessairement finir l'activité pour accéder aux savoirs. Les différences opérées dans la caractérisation de l'avancée des savoirs selon les disciplines sont donc le reflet de distinctions épistémiques.

Dans ce chapitre, nous avons cherché à caractériser chacune des séances d'enseignement au regard de leur contenu et de leur organisation. Nous allons maintenant présenter de façon détaillée, en mobilisant l'échelle *micro*, la façon dont les processus étudiés s'inscrivent dans ces séances.

Chapitre III - Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages

Ce troisième chapitre se consacre à la description des pratiques d'évaluation formative des enseignants de sciences et de mathématiques en vue de dégager leurs effets sur l'autorégulation des apprentissages des élèves. Le dispositif dans lequel nous sommes insérée nous permet d'étudier des pratiques d'évaluation formative différentes. Nous rappelons que nous ne cherchons pas à évaluer l'efficacité du dispositif de formation par lequel les enseignants ont été conduits à modifier leurs pratiques. Nous visons l'étude de différentes situations d'enseignement, caractérisées par différentes stratégies d'évaluation formative mises en œuvre, en vue de mesurer les effets différenciés de celles-ci sur les processus d'autorégulation des élèves. Ainsi, les deux séances filmées pour chaque enseignant nous permettent de mettre en correspondance une situation de classe qualifiée d'ordinaire (i.e., séance mise en œuvre la 1^{ère} année) avec une autre situation dite élaborée (i.e., séance de la 2^{ème} année), suggérée conforme aux préconisations soulevées par la littérature.

Dans ce chapitre, nous resserrerons notre grain d'analyse en mobilisant les représentations graphiques obtenues à l'issue du codage des épisodes interactionnels (i.e., échelle *micro*). Nous présenterons ainsi, dans une première section, l'analyse détaillée des séances mises en œuvre par les enseignants 1, 2 et 4. Dans une deuxième section, ces résultats seront synthétisés et mis en perspective avec les structures dégagées par l'AFCM. Enfin, dans une troisième partie, nous présenterons les analyses obtenues pour l'ensemble des séances d'enseignement en vue de dégager des patterns de stratégies d'évaluation identifiées comme efficaces pour soutenir l'autorégulation des apprentissages.

1. Analyse des épisodes interactionnels : échelle *micro*

Dans cette section, nous présentons les résultats obtenus à l'issue de l'analyse *micro* en nous focalisant sur les trois séances sélectionnées par l'AFCM. Nous présentons, pour chaque séance décrite, les différents graphiques obtenus sur Transana correspondant à l'encodage des épisodes interactionnels. Ces graphiques, sous le même format que les précédents, illustrent l'évolution des différents mots-clés pour chacune de nos catégories d'analyse. Ainsi, nous présentons successivement (1) le graphique des phases organisationnelles afin de replacer facilement les mots-clés dans leur contexte d'apparition ; (2) les indicateurs d'évaluation formative ; (3) les processus d'autorégulation, en déclinant la composante cognitive d'une part, et la composante motivationnelle et effective d'autre part ; et (4) les modalités de régulation de l'élève.

Chaque séance sera décrite au regard de ces catégories d'analyse. La mise en perspective de ces quatre grandes catégories va nous permettre d'identifier les correspondances entre les actions des enseignants et celles des élèves. Nous précisons que le logiciel ne fait apparaître que les mots-clés qui comptent au minimum une occurrence dans la séance. De fait, certains indicateurs de notre grille de codage sont absents de la liste de mots-clés présentée à gauche du graphique. Nous rappelons également que les grilles d'indicateurs sont présentées dans le chapitre III de la partie B.

Nous présentons dans le même ordre que celui adopté précédemment les séances de l'enseignante 1, puis celles de l'enseignant 2 et enfin celles de l'enseignante 4. Les analyses réalisées sous ce même format pour les deux autres enseignantes (P3 et P5) sont disponibles en annexes 5 et 6 (pp.357-360). Pour chaque enseignant, nos descriptions se réalisent à partir de quatre dimensions :

- la comparaison des modalités d'évaluation formative mises en œuvre ;
- l'introduction du support d'évaluation et la présentation des critères de réussite ;
- les régulations cognitives et motivationnelles identifiées dans le groupe d'élèves ;
- l'intégration des processus identifiés par rapport aux étapes de la DI.

Enfin, pour faciliter la description des résultats, nous rappelons que les groupes d'élèves sont distingués par les dénominations « G1 », correspondant au groupe d'élèves filmé la première année, et « G2 » pour celui filmé lors de la deuxième année.

1.1. Analyse des séances de l'enseignante de SVT (P1)

Nous présentons successivement la cartographie complète des processus codé pour la première séance mise en œuvre par l'enseignante 1, puis pour la deuxième séance.

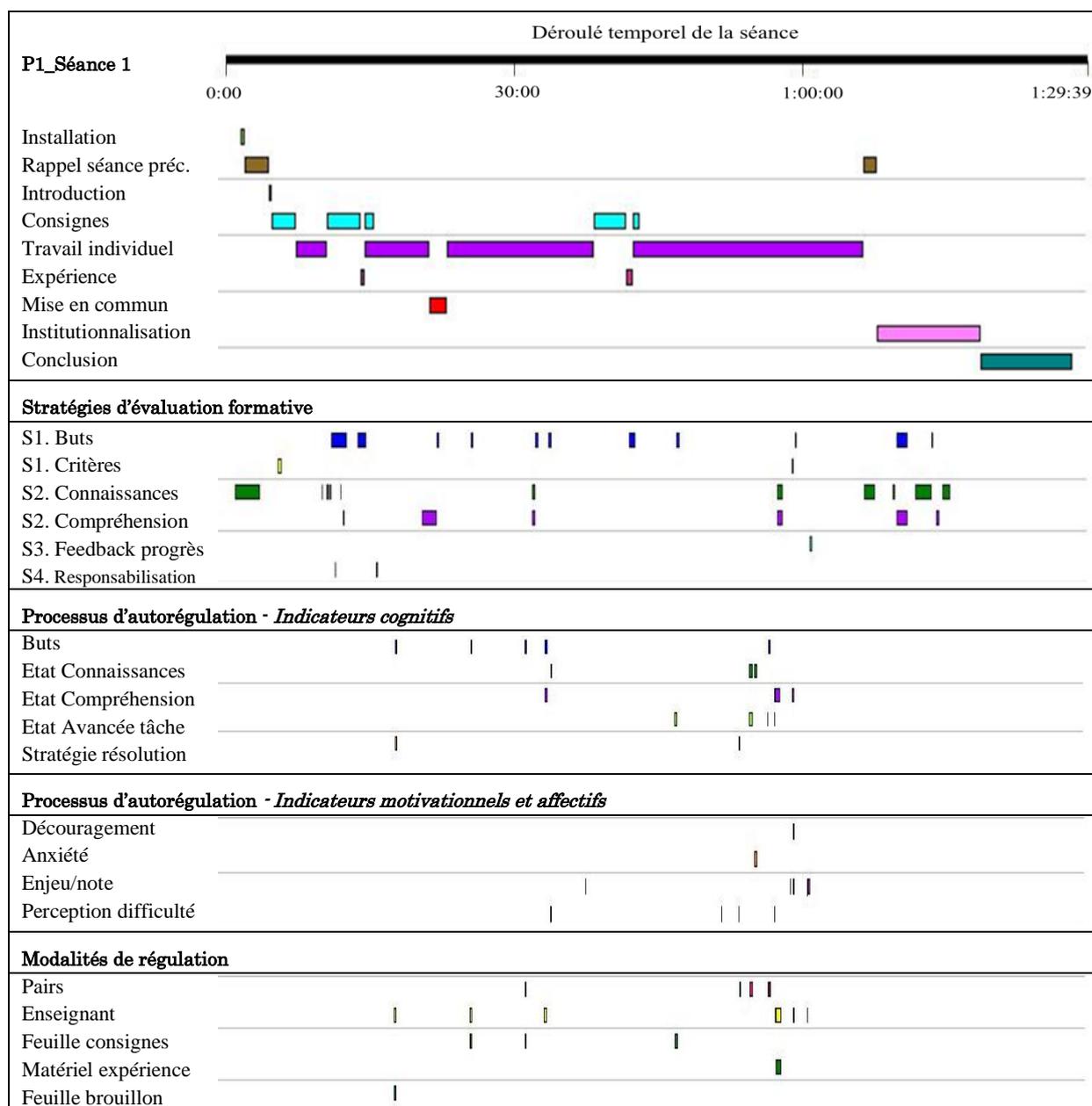


Figure 22. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignante 2

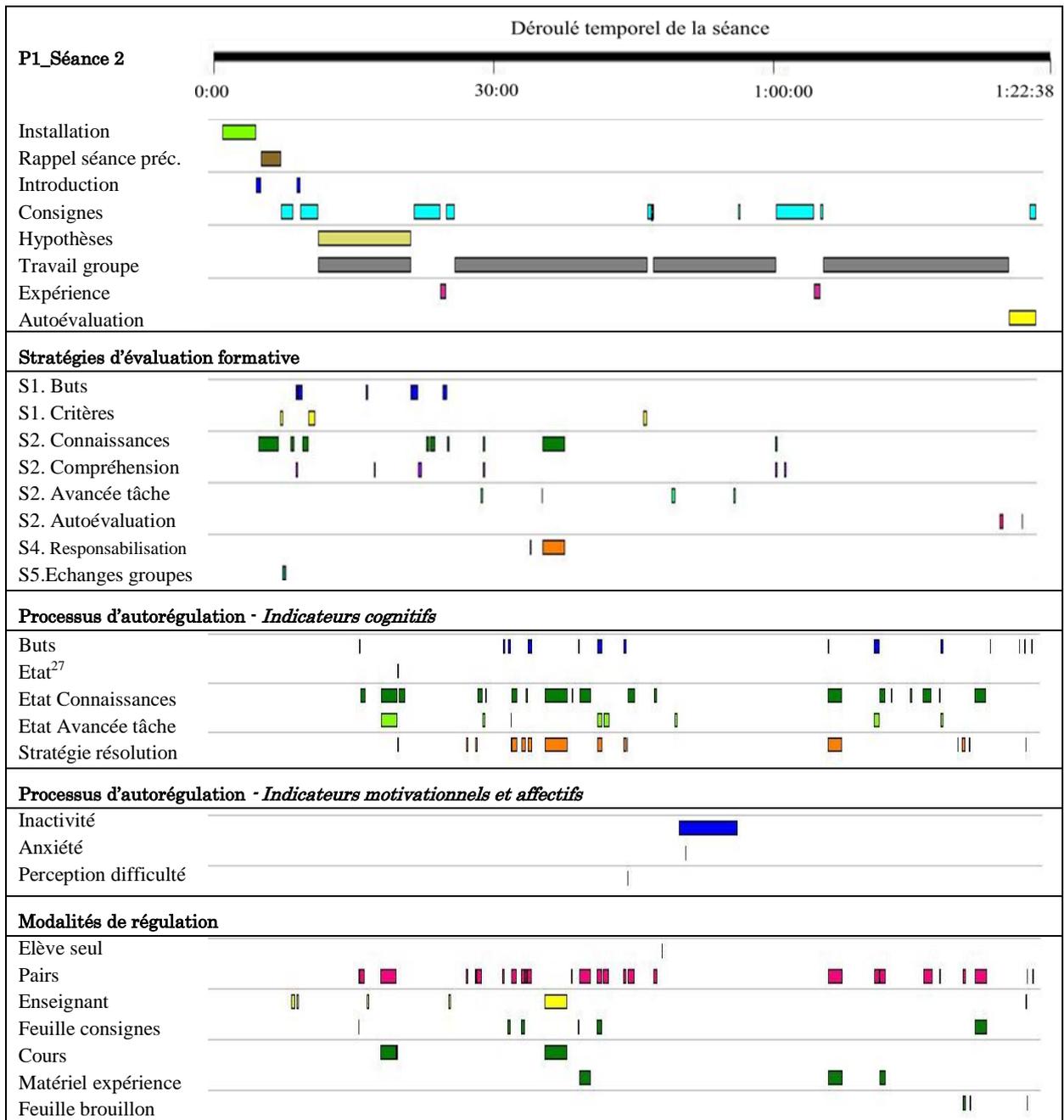


Figure 23. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 1

Nous décrivons les résultats en convoquant, en plus des représentations graphiques, les temps correspondant à la durée totale d'encodage de chaque indicateur. Ces derniers sont introduits entre parenthèses au fur et à mesure des descriptions (e.g., temps indicateur

²⁷ Le mot-clé « état » correspond à une évaluation de l'état actuel mais il ne s'inscrit dans aucune des spécifications proposées (compréhension, connaissances, avancée et autoévaluation).

séance 1 vs. temps indicateur séance 2). Les tableaux regroupant les temps d'encodage pour chacune des variables sont disponibles aux annexes 7, 8, 9 et 10 (pp.361-364).

1.1.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative

La mise en perspective des deux graphiques (Figure 22 et Figure 23) nous permet d'observer une évolution relative à la nature des modalités d'évaluation mobilisées par l'enseignante. Nous notons d'abord qu'elle explicite moins régulièrement les buts (6:16 vs. 2:04) mais qu'elle insiste légèrement plus sur l'explicitation des critères de réussite (0:29 vs. 1:19). Nous remarquons, par ailleurs, que les buts sont précisés de façon régulière tout au long de la première séance, alors qu'ils ne sont explicités qu'au début de la deuxième séance. On voit que l'enseignante prend moins d'informations sur l'état de compréhension des élèves (4:01 vs. 1:24) mais qu'elle compense cette stratégie avec la modalité d'évaluation de leur état d'avancée dans la tâche. La modalité d'évaluation de leurs connaissances est quant à elle légèrement moins présente lors de la deuxième année (7:54 vs. 6:43) mais celle-ci intervient de façon plus homogène. Nous relevons également l'introduction de la modalité d'autoévaluation qui consiste à se référer au support formel d'évaluation pour aider les élèves à se situer :

Séance 2	E2. 1:18:32	Madame on a tout fini
	P1.	vous avez tout fini ? alors ce qui serait très bien c'est ...
	E2.	c'est de vérifier avec ce qu'on a fait
	P1.	voilà super, ce qui serait très bien c'est de vous autoévaluer, vous prenez le crayon à papier et vous vous autoévaluez, vous dites bah là je pense qu'on en est là pour ça et puis après on verra si on est d'accord ou pas, d'accord

Aucune intervention liée à ce support d'évaluation n'a été identifiée lors de la première séance, alors que les élèves avaient également à disposition un tableau d'autoévaluation présent au verso de leur feuille d'activité. Nous pouvons supposer qu'il était à compléter par les élèves mais que cette tâche était implicite.

Nous notons que la stratégie 3, liée au feedback de progression, est très peu mobilisée par cette enseignante ; une seule occurrence est identifiée lors de la première année et aucune lors de la deuxième. En revanche, nous observons un accroissement des comportements visant à responsabiliser les élèves (0:18 vs. 2:25) et l'apparition de l'indicateur de valorisation des échanges dans les groupes. L'enseignante autorise effectivement les élèves à travailler ensemble et à rendre un travail commun. Néanmoins,

cet indicateur est peu représenté car l'enseignante n'incite pas explicitement, dans la suite de la séance, une argumentation entre les élèves.

Nous identifions, à l'aide de la cartographie complète de la deuxième séance, un temps particulier d'interaction entre l'enseignante et le groupe faisant intervenir conjointement les modalités d'évaluation des connaissances des élèves et de responsabilisation. L'extrait de transcription correspondant est le suivant :

Séance 2	E1. 0:32:26	faut mettre un titre ? (<i>en regardant l'enseignante</i>)
	P1.	vous êtes en train de faire quoi là ?
	E1.	le schéma de l'expérience
	P1.	d'accord, c'est composé de quoi un schéma ? tu t'en souviens ?
	E1.	une légende et un titre
	P1.	alors une légende, un titre
	E2.	et... quoi d'autre... (<i>se tourne vers E1</i>)
	E1.	(<i>E1. ouvre son classeur et cherche</i>) ça va être là...
	P1.	tu ne sais plus ?
	E1.	Je ne sais même pas dans quelle catégorie je devais le mettre
	E2.	dans lexique mais oui faut réfléchir
	E1.	alors lexique... non j'ai rien
	P1.	et toi (<i>à E2</i>) t'as pas ton classeur ?
	E2.	heu si (<i>il va le chercher</i>)
	P1.	vous en avez fait en 6ème et 5ème des schémas
	E2.	je me rappelle plus ce qu'il y avait en plus
	P1.	tu aurais besoin de l'étiquette ?
	E2.	l'étiquette ?
	P1.	tu te rappelles pas qu'il y a des étiquettes là ? (<i>ils regardent au mur</i>) Hé je l'ai enlevé, tu en as besoin ou pas ?
	E1.	heu bah oui parce que là on a oublié et là je vois pas
	P1.	(<i>l'enseignante retourne leur feuille d'activité où apparaissent les critères de réussite</i>)
	E1.	bah c'est là, hors sujet...
	E2.	il en faut deux, il faut le schéma et un schéma témoin non ?
	E1.	bah on a dit le dessin, la légende et le titre
	P1.	oui
	E1.	ah bah voilà, on l'avait dit !
	P1.	oui mais t'en étais pas sur

Cet extrait témoigne des volontés de l'enseignante pour que les élèves se questionnent sur les ressources matérielles à leur disposition. Sans se référer explicitement aux critères de réussite, elle les met sur la voie en retournant leur feuille d'activité. Nous allons maintenant regarder plus spécifiquement la façon dont l'enseignante introduit le support d'évaluation et se réfère aux critères.

1.1.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères

Lors de la première séance, deux occurrences très succinctes liées aux critères de réussite sont identifiées. La première se situe au début de la séance : « Quatre compétences vont être évaluées aujourd'hui : décrire, on a déjà travaillé sur ce verbe-là, raisonner, schématiser et rédiger une conclusion » et la seconde, à la 59^{ème} minute : « Je précise je ne vais pas noter la propreté, c'est une feuille de travail ».

Lors de la deuxième séance, le temps consacré à la présentation des critères est plus conséquent. L'enseignante commence par indiquer aux élèves que le barème et les critères sont détaillés au dos de leur feuille d'activité. Elle poursuit en resituant l'activité du jour par rapport aux autres séances :

Séance 2	P1. 0:06:09	derrière la feuille d'activité vous avez le barème et les critères de réussite... ce que je vous avais dit la première fois quand on avait fait ce genre d'activité avec les séismes, on s'entraînait, on corrigeait, et puis ce coup-ci je vais relever votre travail et si vous voulez vous avez le droit de travailler à deux
----------	----------------	--

Quelques minutes plus tard, l'enseignante énonce le déroulement du début de séance par rapport à la formulation des hypothèses puis détaille le barème d'évaluation par rapport à ce qui est attendu :

Séance 2	P1. 0:08:56	donc on va commencer par les hypothèses, vous relisez le problème donc vous travaillez à deux hein si vous voulez, vous relisez le problème et vous me formulez une hypothèse et vous pouvez vous servir de ce qu'il y a derrière, du barème et des critères de réussite, raisonner, hypothèse, déduction, donc je vais mettre zéro s'il n'y a pas d'hypothèses, 1 s'il y a une hypothèse qui est présente, 2 s'il y a une hypothèse introduite correctement, 3 si l'hypothèse est pertinente par rapport au problème posé d'accord ? donc une feuille pour un travail à deux et je vous laisse cinq minutes pour l'hypothèse et après on passe à l'expérience
----------	----------------	--

Nous relevons que l'enseignante explicite de façon plus précise la façon dont chaque compétence va être évaluée. En milieu de séance, l'enseignante intervient à nouveau en classe entière pour rappeler la fonction des critères de réussite :

Séance 2	P1. 0:42:40	messieurs dames, juste un petit point de classe, au dos de votre feuille d'activité vous avez vu qu'il y a barème et critères de réussite, critères de réussite ça veut dire quoi ?
	E.	les critères pour réussir
	P1.	comment vous devez faire pour réussir, donc c'est une aide, si on ne s'en sert pas... tant pis

Toutes ces interventions montrent que l’enseignante incite les élèves à se référer aux critères pour se situer et réguler leur activité. L’enseignante semble donc porter une attention particulière à cet outil par rapport à la première année. Nous allons maintenant mettre en correspondance ces aménagements avec l’activité des élèves.

1.1.3. *Régulations cognitive et motivationnelle des élèves*

Une multiplication importante des processus identifiés chez les élèves lors de la deuxième séance est relevée, mais ce résultat doit être nuancé en raison du changement des modalités de travail. En effet, les élèves ne sont pas autorisés à échanger lors du temps d’activité de la première séance, nous n’avons donc pas pu inférer de la même façon nos indicateurs de régulation. Par conséquent, nous ne pouvons comparer les deux séances que de façon partielle.

Nous avons identifié quelques indicateurs de régulation cognitive dans le premier groupe par rapport aux buts (1:08)²⁸ et à leur état de compréhension (1:08). Les comportements liés à l’évaluation de leur état d’avancée et de connaissances sont pour leur part très réduits. Seules deux occurrences relatives aux stratégies de résolution ont été identifiées. Ces résultats révèlent un biais méthodologique quant à notre incapacité à pouvoir accéder aux processus d’autorégulation mis en place par le groupe G1. Aussi, comme nous pouvions nous y attendre, très peu de régulations prennent part avec les pairs. Les échanges identifiés sont apparus en dépit de la consigne donnée par l’enseignante qui demandait un travail individuel. L’enseignante et le matériel de la situation constituent ainsi les principaux médiateurs de la régulation des élèves.

Les indicateurs motivationnels et affectifs identifiés chez ces élèves nous informent sur le climat évaluatif perçu. Les élèves du groupe G1 s’interrogent à plusieurs reprises sur le caractère noté ou non noté de l’activité. L’extrait suivant montre que l’enseignante ne répond pas aux sollicitations des élèves sur cette question :

Séance 1	E1. 0:37:22	Ah mais c'est noté ?
	E.	c'est noté madame ?
	P1.	mais qu'est-ce que ça peut faire ? voilà, on est bien d'accord

²⁸ La durée d’encodage de chaque indicateur est précisée entre parenthèses

Lorsque la fin du temps d'activité approche, ces élèves s'agitent et sollicitent à nouveau l'enseignante pour connaître l'enjeu de cette évaluation. À nouveau, l'enseignante détourne la réponse à la question :

Séance 1	E. 0:59:31	c'est noté sur combien de point madame ?
	P1.	heu... sur 130 au moins ... allez on est bon, on se reconcentre, on va dans la leçon Baptiste [...]
	E1.	c'est noté ça ?
	P1.	oui ! hé clément, c'est pas la fin de l'année, on y retravaillera d'accord, aujourd'hui ça a peut-être été un petit peu difficile et bien la fois prochaine ça ira un peu mieux d'accord, pas d'souci

Durant les cinq dernières minutes d'activité, un ensemble de verbalisations et de comportements témoignent de l'agitation des élèves pour terminer leur travail avant qu'il ne soit ramassé. Les deux élèves du binôme filmé multiplient les jurons pour qualifier la difficulté de la tâche. Ces indicateurs révèlent une certaine pression évaluative éprouvée par les élèves. Au regard des réponses données par l'enseignante, nous pouvons penser que cette pression soit renforcée par l'absence d'information donnée sur l'enjeu et les attentes.

Les élèves de la deuxième séance témoignent d'un grand nombre de régulations liées à leurs connaissances (11:05) et, dans une moindre mesure, sur leur état d'avancée dans la tâche (4:13). Nous notons également qu'ils régulent de façon continue leur activité en fonction des buts (3:28). Nous avons noté que l'enseignante n'énonçait plus les buts une fois l'activité de groupe commencée. Aussi, nous relevons que les élèves se réfèrent à la feuille d'activité ou à leur binôme pour réguler leur avancée par rapport à ces objectifs. Il est surprenant de voir qu'aucune régulation n'est liée à leur état de compréhension. Il est possible que les élèves ne rencontrent pas de difficulté particulière par rapport à leur compréhension des tâches à réaliser, ou sinon qu'ils ne les verbalisent pas.

Ce groupe passe un temps conséquent à produire des stratégies de résolution (7:09) et semble relativement bien engagé dans la tâche. Au regard des indicateurs motivationnels et affectifs, nous avons codé un temps d'inactivité d'environ 6 minutes en milieu de séance. Un retour à la vidéo montre que les élèves ont terminé la première partie de l'activité et sont en attente de la deuxième expérience pour pouvoir poursuivre. Une interaction liée à l'anxiété ressentie par l'élève E1 (i.e., « E1. Oh je mets schéma là, t'es sur ou ? Ça me stress ») ainsi qu'une occurrence liée à la perception de difficulté ont été

codées. Le recoupement de ces indicateurs indique ainsi que ces élèves font preuve d'implication pour l'activité puisque qu'aucun temps de déconcentration, lors duquel les élèves feraient autre chose que les tâches demandées, n'est identifié. Enfin, du côté des modalités de régulation, les pairs constituent la principale source de régulation sociale mobilisée, suivi par le matériel de la situation.

Les aménagements apportés par l'enseignante semblent donc avoir considérablement impacté l'activité cognitive et émotionnelle des élèves, mais aussi la nature des ressources mobilisées pour réguler leur activité. Les élèves du groupe G2 semblent faire face à une moindre pression évaluative et être moins dépendants de l'enseignante pour avancer.

1.1.4. *Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI*

Lorsque nous mettons en perspective l'apparition des différents processus observés en fonction des étapes de la démarche d'investigation, nous notons que la collecte de preuves destinées à évaluer l'état actuel des élèves est principalement mise en œuvre par l'enseignante lors des temps collectifs en début et en fin de séance. En début de séance, l'enseignante prévoit un temps de rappel des connaissances abordées les séances précédentes. En fin de séance, l'enseignante accède à ces données lors de la phase de communication des résultats. Toutefois, cette dernière phase n'est pas observée lors de la deuxième année. Nous relevons que les hypothèses des élèves ne sont pas non plus communiquées et qu'il ne leur est pas demandé d'argumenter entre eux sur leurs conceptions. Lors de la première séance, les jugements sur les buts n'interviennent pas à une étape spécifique de la démarche d'investigation (i.e., ils sont énoncés régulièrement tout au long de la séance) et les critères de réussite ne sont pas explicités. Lors de la deuxième séance, en revanche, nous avons ciblé une explicitation des buts restreinte au temps d'énonciation des consignes de l'activité. Enfin, les choix réalisés sur les prochaines étapes interviennent à la fin de la première séance, lors de l'exploitation des résultats et de la structuration des connaissances.

1.2. Analyse des séances de l'enseignant de mathématiques (P2)

Nous présentons maintenant, sous le même format que pour l'enseignante 1, les représentations graphiques obtenues à l'issue du codage des deux séances de l'enseignant 2. Nous suivons la même structure de description des résultats, en commençant par la comparaison des modalités d'évaluation formative.

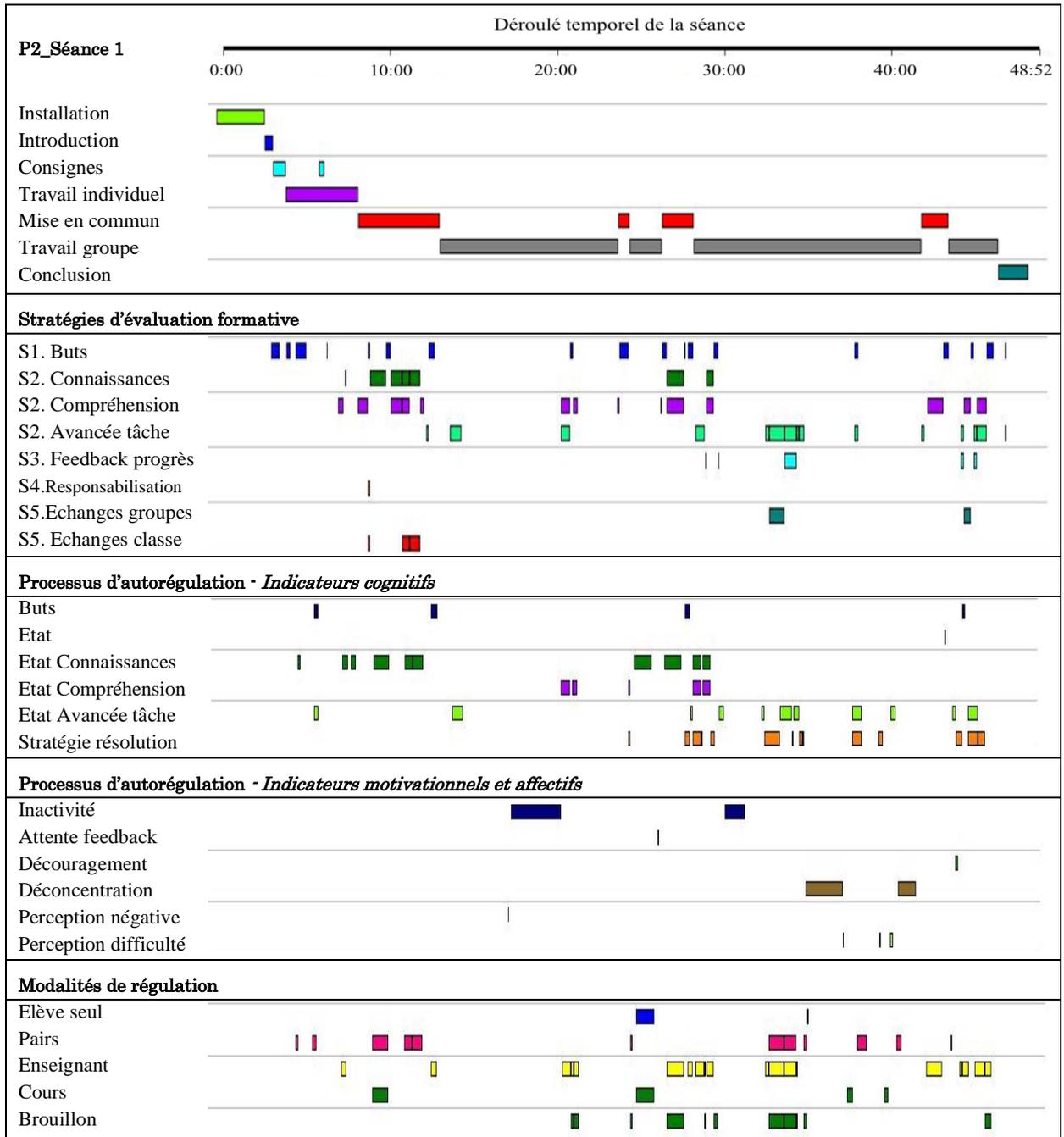


Figure 24. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignant 2

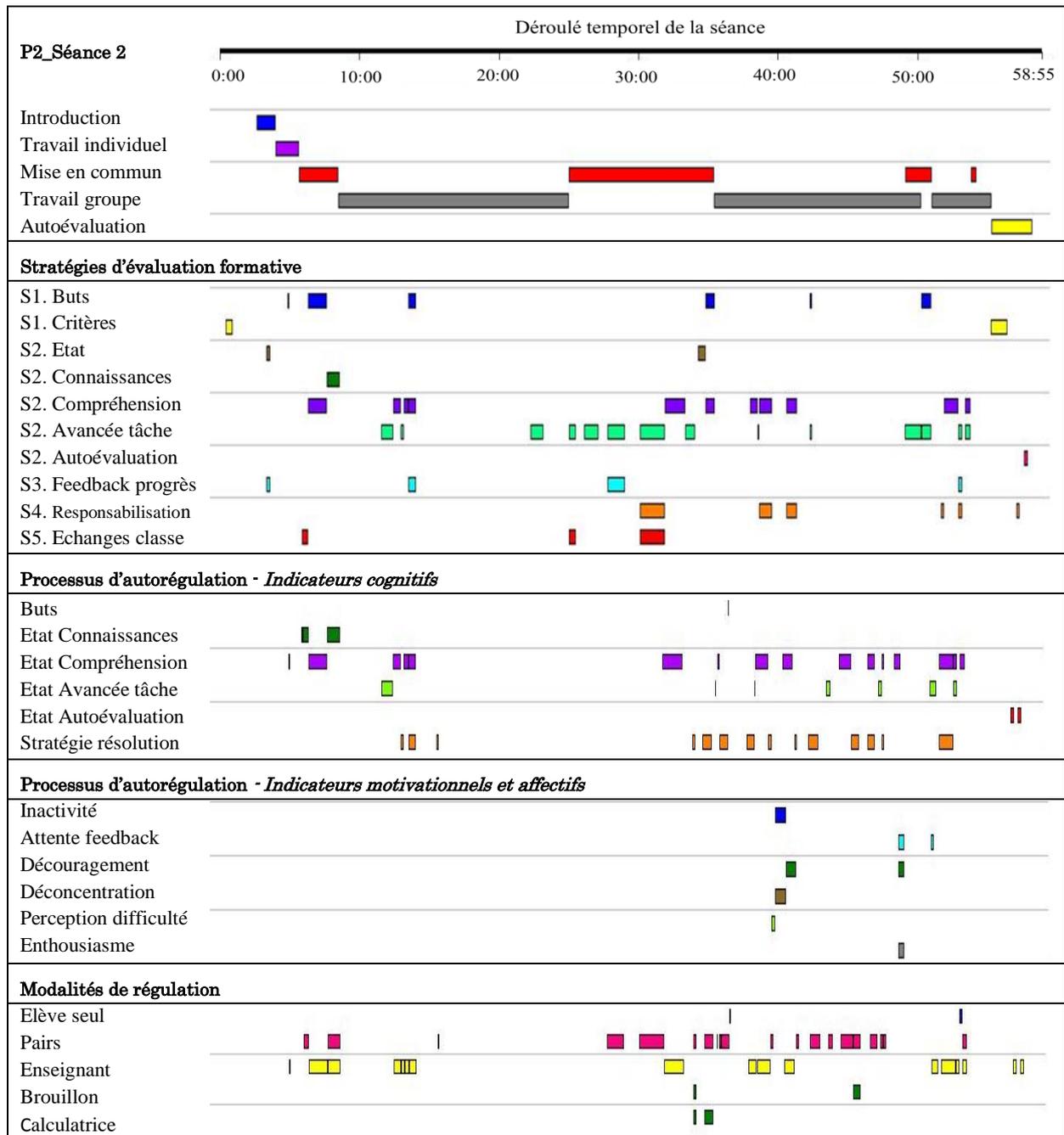


Figure 25. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 2

1.2.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative

Nous observons que les stratégies d'évaluation formative ont considérablement évolué chez cet enseignant, à la fois au niveau de leur nombre mais aussi de leur nature. Nous remarquons d'abord que les buts sont moins régulièrement explicités lors de la deuxième séance (4:57 vs. 3:27). Nous notons également une diminution des comportements visant à prendre des informations sur les connaissances des élèves (4:13 vs. 0:54). En revanche, un

accroissement des modalités visant à évaluer leur compréhension (6:41 vs. 08:19) et leur avancée dans la tâche (5:32 vs. 9:51) est observé. L'indicateur d'explicitation des critères est identifié à deux reprises lors de la deuxième séance (en début et en fin de séance), alors qu'il est absent de la première. Nous remarquons également une intensification des interactions liées aux stratégies 3 (i.e., Feedback progression : 1:08 vs. 2:13) et 4 (i.e., Responsabilisation : 0:06 vs. 4:10). À la différence de la première séance, la stratégie 4 intervient à plusieurs reprises en cours d'activité. Cela signifie que l'enseignant encourage les élèves à persévérer et à rester actifs dans le guidage de leurs apprentissages.

Nous observons enfin que l'enseignant incite aux échanges lors des deux séances (i.e., S5). Néanmoins, il les sollicite essentiellement au sein de la classe entière lors de la deuxième séance alors qu'ils étaient aussi sollicités au sein des groupes lors de la première. Les extraits suivants attestent ces stratégies visant à faire échanger les élèves.

Séance 1	P2. 0:11:05	après est-ce que quelqu'un peut répondre à Ynes ou est-ce que Ynes en voyant ça t'as compris ce que ça pouvait être un sommet ? c'est quoi un sommet ?
	E.	c'est plusieurs... (...)
	P2.	est-ce que tu peux venir me montrer et est-ce que quelqu'un peut l'aider ?

Séance 2	P2. 0:05:54	alors qu'est-ce que quelqu'un peut lui rappeler ce que c'est un polygone heu... (<i>trois élèves lèvent le doigt</i>) Ylias ?
	E.	c'est une forme qui a plusieurs côtés et qui se ferme
	P2.	est-ce que ça te va comme définition ?
	E.	en gros c'est une figure ?
	P2.	c'est une figure oui mais que te dis Ylias ?
	E.	heu.. que ça ferme
	P2.	c'est qu'il faut que ça se ferme voilà

Cet enseignant semble avoir pour habitude de solliciter les élèves pour qu'ils s'entraident et répondent aux difficultés qui peuvent être rencontrées par certains. On voit qu'il régule les échanges entre les élèves et valorise leur parole.

1.2.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères

L'enseignant n'introduit pas explicitement les critères de réussite lors de la première séance mais le fait à deux reprises lors de la deuxième. L'enseignant débute cette deuxième séance en présentant le support d'évaluation tout en précisant sa fonction :

Séance 2	P2. 0:00:35	je vous donne la grille d'évaluation sur laquelle on a déjà travaillé quand on était dans un problème de recherche, vous savez celui avec les nombres, donc je vous la donne pour vous permettre de vous situer sur les points sur lesquels on cherche
----------	----------------	--

		à vous évaluer, vous la remplirez celle-là à la fin de l'heure mais de temps en temps vous pouvez y jeter un coup d'œil
--	--	---

Cet extrait indique que les élèves sont déjà familiers de cette grille et que l'enseignant les invite à s'y référer en cours d'activité pour se situer. A la fin de la séance, pour introduire le temps d'autoévaluation, l'enseignant décrit chacune des compétences :

Séance 2	P2. 0:54:42	vous regardez, vous me complétez ce tableau-là hein donc on va juste le lire ensemble, je pense que pour la 1 ^{ère} compétence, « comprendre le problème, faire des recherches, faire preuve d'initiatives, être original », là vous arriverez à vous positionner sans souci hein, « j'ai bien compris ce que l'on cherchait, j'ai fait des essais, j'ai eu des idées » vous verrez la case qui vous correspond le plus
	E.	On met des croix ?
	P2.	vous mettez des croix oui dans la case qui correspond le plus à votre activité (...) dans la 2 ^{ème} situation « j'ai donné des réponses ou voté pour des réponses vraies ou fausses » c'est ce qu'on a fait au tableau là, à un moment vous vous êtes positionnés donc vous arriverez à vous positionner là-dessus et je pense que « prouver que c'est vrai, prouver que c'est faux » vous avez fait des choses, « communiquer par écrit », je crois que tout le monde l'a fait puisque vous allez me rendre un travail « ou par oral » voilà, donc pensez à vous situer la dessus

Dans cet extrait, on note que l'enseignant explicite les compétences mais aussi qu'il les met en perspective avec ce que les élèves ont fait aux différentes étapes de l'activité. L'enseignant encourage cette autoévaluation tout en valorisant le travail des élèves (e.g., « vous arriverez à », « vous avez fait des choses », « tout le monde l'a fait »).

1.2.3. Régulations cognitive et motivationnelle des élèves

Si nous regardons maintenant l'activité des élèves, nous observons que les deux groupes se questionnent peu sur les buts/standards de la séance (1:07 et 0:01). Cet indicateur n'est identifié que quatre fois lors de la première séance et il se répartit de façon homogène sur la durée de séance. Lors de la deuxième séance, le groupe d'élèves se questionne encore moins sur les buts de l'activité (une seule occurrence) et ce alors même que l'enseignant les explicite moins souvent que pour la première séance. Il semblerait que les élèves perçoivent bien les objectifs et que ce ne soit pas la quantité de rappel qui influence cette régulation. La différence observée entre la première et la deuxième séance quant à cet indicateur peut être la conséquence d'une meilleure clarification des consignes données dès le départ par l'enseignant (cf. mise en commun 1 : définition des concepts et exemplification).

Lors de la première séance deux blocs d'interactions, en début et milieu de séance, sont identifiés lors desquels les élèves du groupe G1 interagissent sur leurs connaissances et leur compréhension du problème. Un retour à la transcription montre que le premier temps correspond à un questionnement au sujet des notions de polygone et de sommet et que le second concerne les diagonales extérieures. La deuxième moitié de la séance est caractérisée par un ensemble de comportements liés à l'évaluation de leur état d'avancée dans la tâche. Nous remarquons que ces interactions sont étroitement liées aux stratégies de résolution qu'ils mettent en place. On note par ailleurs qu'aucune stratégie de résolution n'est identifiée avant la 25^{ème} minute. Cela suggère que les élèves entrent véritablement dans la procédure de résolution qu'au milieu de la séance.

Chez les élèves du groupe G2, on relève à l'inverse peu de régulations liées à leurs connaissances (5:48 vs. 1:26) et celles-ci interviennent avant la dixième minute. La première mise en commun semble donc bien avoir permis de clarifier l'ensemble des notions de l'énoncé. La majorité des régulations du groupe G2 sont liées à leur compréhension pour formuler des stratégies de résolution. Ces stratégies se répartissent avant et après la deuxième mise en commun et se trouvent également en relation étroite avec leur perception d'avancée dans la tâche. Contrairement au groupe G1, on identifie une évaluation de leur état général en lien avec le support d'autoévaluation en fin de séance. Ainsi, même si l'enseignant propose aux élèves de s'y référer en cours de séance, le groupe G2 ne mobilise cet outil qu'au temps dédié à l'autoévaluation.

Du côté des indicateurs motivationnels et effectifs, deux temps d'inactivité sont observés chez le groupe G1. Le premier est un moment d'attente qui signifie que les élèves ne savent quoi faire ou qu'ils ne sont pas entrés dans le problème. Lors du deuxième temps, les élèves semblent attendre que l'enseignant passe dans leur rang pour vérifier leurs calculs. On identifie également deux temps de déconcentration en fin de séance. Lorsqu'on additionne les temps d'attente et de déconcentration, les élèves sont désengagés de la tâche durant 7 minutes 30, soit 15% du temps total de la séance. Pour le groupe G2 nous identifions, à partir de la quarantième minute, des courts moments de déconcentration, d'attente, de découragement et d'enthousiasme. Il semble que, la fin de la séance approchant, un ensemble d'émotions se mêlent aux stratégies de résolution que les élèves mettent en place. Ces temps d'attente et de déconcentration ne dépassent pas 3% du

temps total de la séance, ils font donc preuve d'un degré d'engagement plus élevé que le groupe G1.

Enfin, au regard des modalités identifiées lors de la première séance, on relève que l'enseignant est le moteur d'une grande part des régulations. Les régulations entre les pairs prennent aussi une part importante mais celles-ci sont principalement concentrées en début et en fin de séance. Les modalités instrumentées identifiées se répartissent entre le cours et la feuille de brouillon. Nous identifions une régulation par un des élèves seul qui mobilise son classeur de cours à la 24^{ème} minute. Un retour à la vidéo montre que l'élève utilise cette ressource de sa propre initiative pour vérifier si une des figures qu'il a dessinée, en l'occurrence un cylindre, correspond bien à la définition d'un polygone. Cette ressource semble satisfaisante pour ôter ses doutes puisqu'il rature sa figure avant d'en refaire une autre conforme à la définition. L'enseignant encourage les élèves à se référer de façon autonome à leurs cours s'ils rencontrent des problèmes avec le vocabulaire :

Séance 1	P2. 0:07:40	après en principe au niveau du vocabulaire mathématique il n'y a pas de mot mystérieux, ils existent quelque part dans votre cahier de leçon [...]
	P2. 0:09:00	est-ce que quelqu'un sait ce qu'est un polygone ou est-ce que quelqu'un sait où est-ce qu'on peut trouver ce qu'est un polygone? heu.. Léa ?
	E.	On peut trouver ce qu'est un polygone dans le cahier
	P2.	Dans le cahier de leçon oui

Lors de la deuxième séance, les modalités de régulation s'équilibrent entre les pairs et l'enseignant. Celles-ci interviennent lors du travail de groupe mais aussi lors des temps collectifs, ce qui atteste des volontés de l'enseignant pour que les élèves échangent et argumentent entre eux. Nous identifions deux types de régulations instrumentées : le brouillon et la calculatrice. Aucune n'est relative au cours, ce qui rejoint notre supposition d'une meilleure appropriation par les élèves des notions explicitées en début de séance.

1.2.4. Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI

Les séances de mathématiques se caractérisent généralement par des temps de débats, de formulation de conjectures ou encore de confrontations des résultats. Les deux séances étudiées montrent que la collecte de preuves se réalise principalement lors des temps de mises en commun organisés par l'enseignant, lors desquels sont mis à jour l'état actuel des élèves en termes de connaissances et de compréhension. Les jugements sur les buts sont identifiés principalement lors des temps collectifs et ceux sur les critères lors de la

communication des résultats en fin de séance. Les choix sur les prochaines étapes interviennent lors des temps de débat et d'exploitation des résultats. Les feedback de progression interviennent quant à eux de façon individualisée lorsque l'enseignant circule dans les groupes.

1.3. Analyse des séances de l'enseignante de SPC (P4)

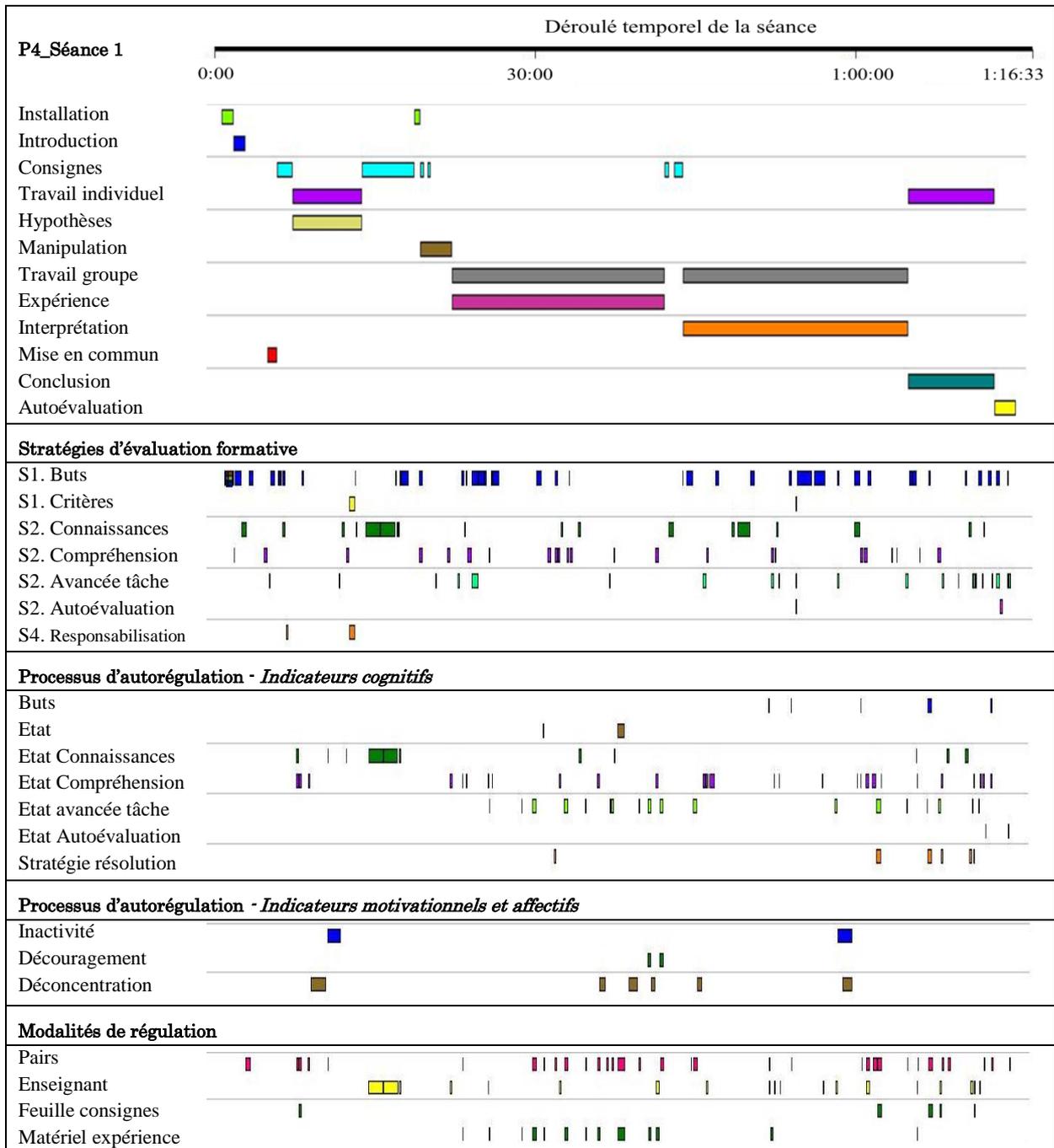


Figure 26. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignant 4

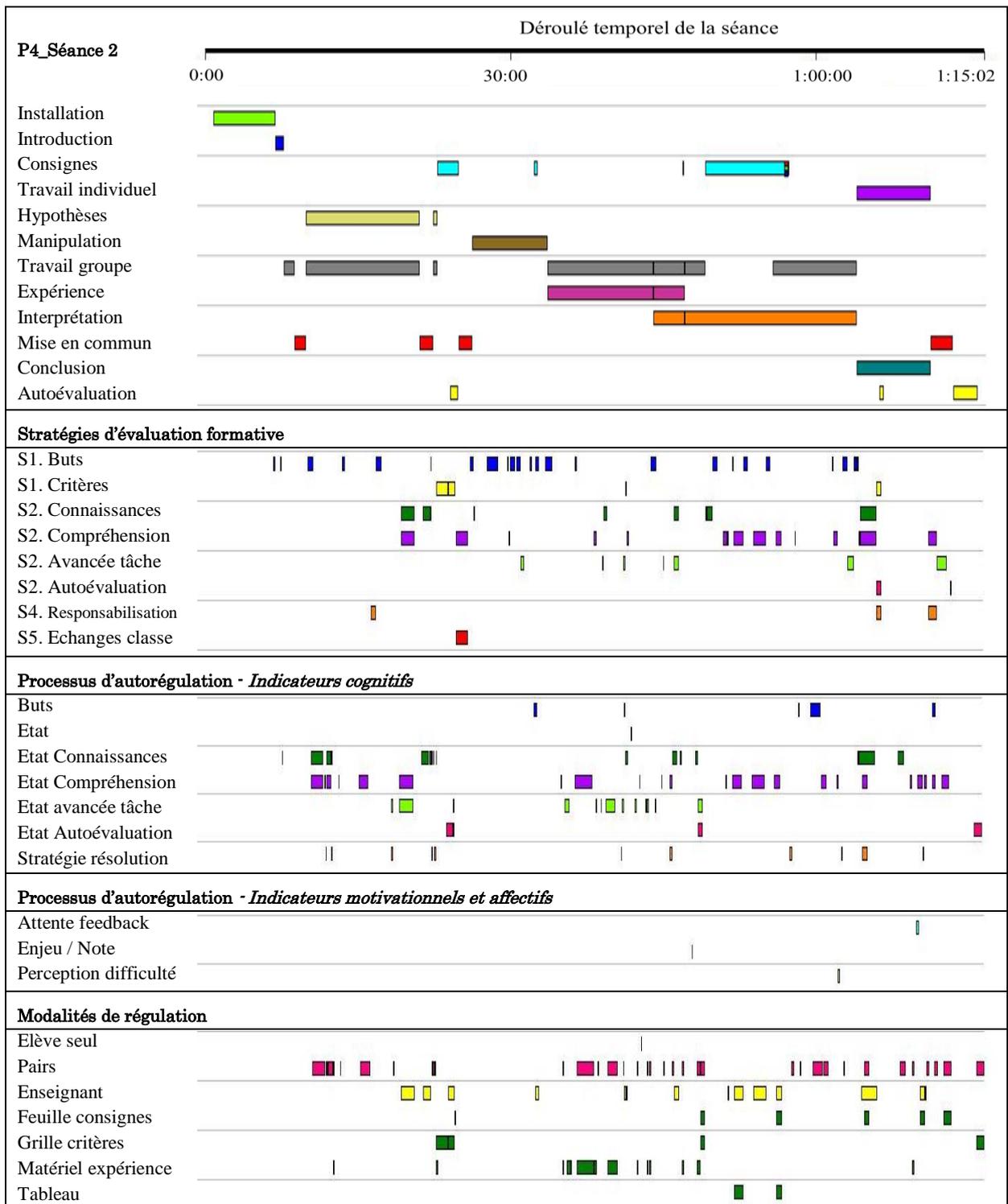


Figure 27. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 4

1.3.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative

La mise en perspective des deux graphiques nous permet de relever une répartition relativement inégale, en proportion du nombre d'indicateurs identifiés, des stratégies

d'évaluation formative mises en œuvre par cette enseignante. En effet, la majorité des indicateurs se concentrent sur l'explicitation des buts (S1) et l'évaluation de l'état actuel des élèves (S2), tant en termes de compréhension, de connaissances, que d'avancée dans la tâche. En revanche, les indicateurs relatifs aux stratégies de feedback de progression (S3), de valorisation des échanges (S5) et de responsabilisation (S4) ne sont pas ou peu représentés. Cette mise en perspective indique des pratiques d'enseignement relativement stables chez cette enseignante car, que ce soit lors de la première ou de la deuxième séance, l'enseignante interagit très fréquemment avec ses élèves et explicite très régulièrement les buts de façon à les guider dans toutes les étapes de l'activité d'investigation. Pour autant, l'indicateur relatif au feedback de progression (i.e., stratégie 3) n'est pas identifié. Cela peut-être une conséquence de l'explicitation régulière des buts qui ne s'accompagne pas de questionnements relatifs à ce qu'il convient de faire ensuite, les étapes de l'activité étant particulièrement cadrées et hiérarchisées.

Néanmoins, nous percevons une répartition plus équilibrée des modalités d'évaluation lors de la deuxième année. D'abord, l'explicitation des buts est réduite de moitié, même si ce mot-clé reste le plus représenté (16:02 vs. 8:36), mais le temps consacré à l'explicitation des critères augmente considérablement (0:43 vs. 2:26). On dénombre également moins d'interactions destinées à situer l'état actuel des élèves par rapport à leurs connaissances (7:57 vs. 5:18) ainsi que leur avancée dans la tâche (4:31 vs. 2:45). Par contre, l'enseignante multiplie les évaluations de leur compréhension (5:39 vs. 9:33). Comme pour la première séance, la stratégie 3 n'est pas identifiée et la stratégie 4, malgré une légère progression, est encore peu représentée (0:44 vs. 1:48). Nous notons enfin l'apparition d'un mot clé relatif à la valorisation des échanges en classe (1:10). Celui-ci intervient lors de la 3^{ème} mise en commun lorsque l'enseignante permet aux élèves d'argumenter entre eux sur leurs propositions.

Un des principaux changements se situe au niveau de la valorisation des échanges(S5) entre les élèves. Lors de la deuxième séance, l'enseignante demande aux élèves de s'exprimer sur leurs conceptions (état actuel). Lors de ces temps d'échanges, les élèves expriment leur positionnement quant aux prévisions et les justifient en regard des propositions de leurs camarades. À la fin de la séance, une fois l'expérience réalisée, l'enseignante revient sur leurs idées initiales afin de leur faire expliciter leur état d'arrivée

et, ainsi, rendre visible leur progression. Nous présentons un extrait de transcription intervenant lors de la quatrième mise en commun :

Séance 2	P4. 1:09:17	vous avez vu que ça fait du bien de faire l'expérience, parce qu'on voit qu'on peut se tromper, d'ailleurs qu'est-ce qui vous avait fait penser que ça pouvait être le graphique A ?
	E.	je pensais que l'eau elle montait tout le temps
	P4.	d'accord tu pensais que la température de l'eau augmentait tout le temps donc selon la quantité de chaleur qui était amenée par l'appareil, d'accord et Jordan ?
	E.	pareil
	P4.	tu pensais la même chose, alors j'aimerais maintenant entendre à l'oral la température du palier que vous trouvez sur votre schéma

Ces temps d'échanges, qui n'ont pas été identifiés la première année, participent à rendre compte de l'écart au but et des stratégies mises en œuvre pour le réduire. En d'autres termes, ils permettent de joindre les objectifs formatifs à ceux poursuivis par la démarche d'investigation en faisant expliciter aux élèves leur état initial et leur état d'arrivée pour créer des preuves d'apprentissage.

1.3.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères

En ce qui concerne l'explicitation des critères de réussite, l'enseignante les introduit différemment d'une séance à l'autre. Lors de la première séance, elle évoque des critères généraux liés aux étapes de l'expérimentation en physique-chimie dont voici un extrait :

Séance 1	P4. 0:12:38	une hypothèse c'est vraiment ce qu'on pense a priori quand on nous pose une question et après on essaye de justifier ça à l'aide de ce qu'on sait (...) maintenant, cette justification et cette hypothèse j'aimerais que vous n'y touchiez plus, vous ne la modifiez pas même si après vous vous rendez compte que finalement ce qu'on trouve ce n'est pas forcément ce que vous avez fait, c'est pas grave, ce qui est intéressant c'est de voir, de réfléchir à nos idées, si notre idée au départ n'est pas la bonne il faut essayer de comprendre pourquoi on a pas eu forcément tout de suite la bonne idée
----------	----------------	---

Lors de la deuxième séance, les critères de réussite sont présentés formellement au début de la séance à l'aide du tableau de progression :

Séance 2	P4. 0:21:40	vous avez ici trois critères qui permettent de savoir si la prévision que vous avez faite va correspondre à un niveau non initié, si vous vous n'en avez pas du tout fait, niveau apprenti ou niveau expert en fonction de comment vous avez justifié vos choix, donc j'aimerais que vous ayez un petit peu ça en tête et pour ceux qui ont déjà émis une proposition concernant la température d'ébullition de l'eau et bien essayez de regarder où
----------	----------------	--

		vous en êtes et à chaque fois que vous ferez quelque chose vous pourrez aussi commenter sur le tableau cette partie-là et essayer de vous situer dans le tableau
--	--	--

L'enseignante s'y réfère ensuite en cours de séance en incitant les élèves à utiliser le tableau en tant qu'outil pour se situer par rapport aux attentes :

Séance 2	P4. 1:04:40	dans la foulée essayez de remplir le tableau, il y a des élèves qui l'ont fait au fur et à mesure et je vous invite à faire beaucoup d'allers-retours entre les niveaux qui sont présentés dans la feuille et ce que vous vous demandiez
----------	----------------	--

La façon dont l'enseignante présente les critères lors de la deuxième séance, et leur séquençage en fonction des étapes de l'investigation, diffère fortement de la première séance. L'autoévaluation ne correspond plus à une étape délimitée et spécifique de la fin de séance. Celle-ci devient un outil intégré à l'activité même de recherche.

1.3.3. Régulations cognitive et motivationnelle des élèves

Le groupe d'élèves de la première année régule très peu son activité au regard des buts (0:50). Les régulations par rapport à leur état actuel sont en revanche très nombreuses, tant du côté de leur compréhension (5:28), de leurs connaissances (4:26) que de leur avancée (3:56). Ces élèves passent en revanche peu de temps à produire des stratégies de résolution (1:37) et celles-ci interviennent majoritairement en fin de séance. Nous notons que cet ensemble d'indicateurs apparaît essentiellement lors des phases de travail de groupe, mais on en dénombre également lors du deuxième temps de travail individuel. Cela signifie que les élèves interagissent entre eux lors de cette dernière phase en dépit de la consigne donnée par l'enseignante.

Le groupe G2 régule son activité de façon plus durable, et ce, pour l'ensemble des processus. En effet, nous percevons un accroissement des régulations par rapport aux buts (1:57), à leur compréhension (12:28), à leurs connaissances (6:33) et à leur avancée dans la tâche (4:29). Les stratégies de résolution sont aussi légèrement plus nombreuses (2:05) et réparties de façon plus homogène sur la durée de la séance. Nous notons enfin un accroissement des régulations par rapport à l'outil d'autoévaluation (0:09 vs. 1:56). Les élèves mobilisent à plusieurs reprises le tableau de progression pour se situer par rapport aux attentes. Voici un extrait d'interactions du groupe G2 relatif à cet outil :

Séance	E2. 0:47:45	moi je pense qu'on est les deux derniers experts, sauf le premier mais le 2ème c'est sûr c'est expert, c'est ce qu'on a fait ici
	E1.	bah le graphique on l'a pas encore fait

E2.	si le graphique il fallait choisir entre tous ceux là
E1.	ah oui bah c'est expert donc c'est bon

Cet extrait montre que les aménagements apportés par l'enseignante, notamment en regard de la présentation des critères et l'introduction du tableau de progression, ont impacté la quantité et la nature des processus d'autorégulation des élèves.

Du côté des indicateurs motivationnels et affectifs, nous avons additionné les temps d'attente et de déconcentration (i.e., les élèves parlent d'autre chose) en vue de comparer le degré d'engagement des élèves dans la tâche. Ces temps, une fois reportés sur la durée proportionnelle de la séance, correspondent à 9,7% du temps total de la séance pour les élèves du groupe G1, contre 0,4% pour celui du groupe G2. Ces indicateurs rendent compte d'une meilleure régulation de la motivation, ainsi que d'un engagement plus actif dans la tâche chez les élèves de la deuxième séance que chez ceux de la première.

Enfin, nous observons que les régulations du premier groupe sont principalement médiatisées par les pairs et l'enseignante. Les régulations instrumentées concernent principalement le matériel expérimental et interviennent lors de la phase de mesure. La feuille d'activité est quant à elle utilisée à la fin de la séance, lors des temps de conclusion et d'autoévaluation. Pour les élèves du groupe G2, les pairs sont encore les principaux acteurs de l'impulsion des régulations, suivis de l'enseignante. Par contre, le tableau de progression constitue une ressource matérielle à laquelle les élèves se réfèrent à plusieurs reprises en cours d'activité alors qu'elle était absente des modalités identifiées lors de la première séance. Les consignes données par l'enseignante pour inciter les élèves à s'autoévaluer au fur et à mesure de leur avancée ont donc bien engendré des régulations en cours de séance par rapport à cet outil.

1.3.4. Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI

La mise en perspective des processus identifiés avec les étapes de la DI nous fait remarquer que la collecte de preuves sur l'état actuel des élèves, ainsi que les jugements sur les buts, interviennent à toutes les étapes de la première séance. La quantité et la régularité des interventions de cette enseignante ne nous permettent alors pas de distinguer des regroupements en fonction d'étapes spécifiques. Lors de la deuxième séance, les jugements sur les buts se réalisent également à toutes les étapes de la démarche. La collecte de preuves et les choix sur les prochaines étapes se produisent majoritairement à la fin du temps de formulation des hypothèses, puis lors des temps d'interprétation et de

conclusion. Néanmoins, cette répartition des processus reste assez floue, ils n'interviennent pas spécifiquement dans une ou l'autre des étapes de la DI comme nous aurions pu le prévoir. Il est possible que l'absence de phases dédiées à l'exploitation des résultats, au débat ou encore à la structuration des connaissances explique ce résultat. Du côté des élèves, nous suggérons qu'ils régulent peu leur activité par rapport aux buts car peu de responsabilités leur sont déléguées à ce niveau. En effet, ils ne sont pas amenés à concevoir de protocole ni à réfléchir ou argumenter sur les alternatives possibles. Même si la liberté leur est donnée d'avancer à leur rythme, les étapes sont si très structurées qu'il semble difficile d'amorcer une réflexion sur celles-ci.

2. Mise en perspective des résultats avec l'AFCM

L'analyse de séances d'enseignement mises en œuvre à deux reprises par des profils d'enseignant distincts va nous permettre de dégager les modalités d'évaluation qui les caractérisent. Nous présentons une synthèse des résultats obtenus pour les trois enseignants et les discutons en regard des structures dégagées par l'AFCM.

2.1. P1 : une focalisation sur l'évaluation des connaissances

Nous commençons par présenter la façon dont se répartissent les modalités d'évaluation formative mises en œuvre par l'enseignante 1 lors de la première année, ainsi que les processus d'autorégulation des élèves. La Figure 28 illustre la répartition de chaque indicateur codé, en pourcentage, par rapport aux autres indicateurs de la catégorie.

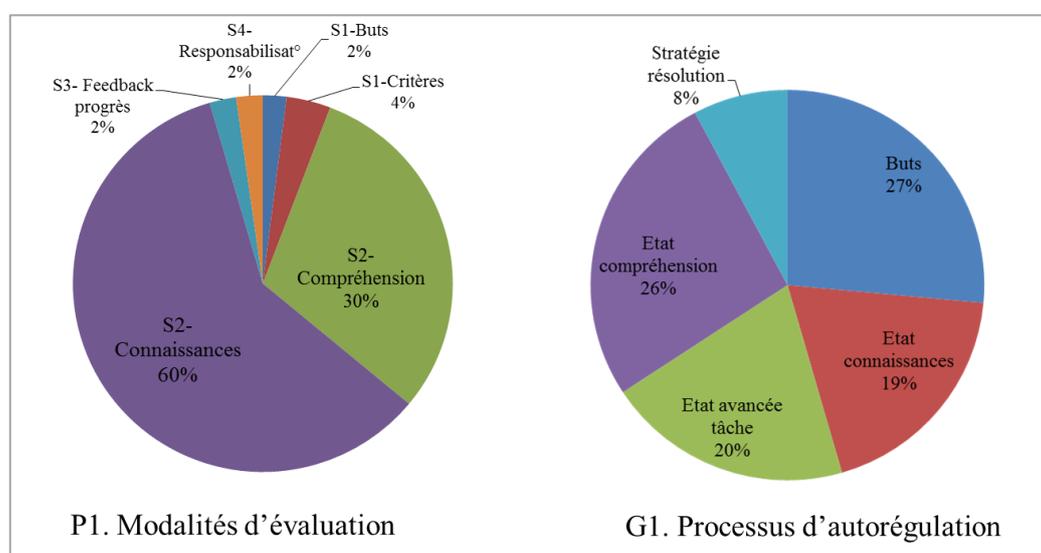
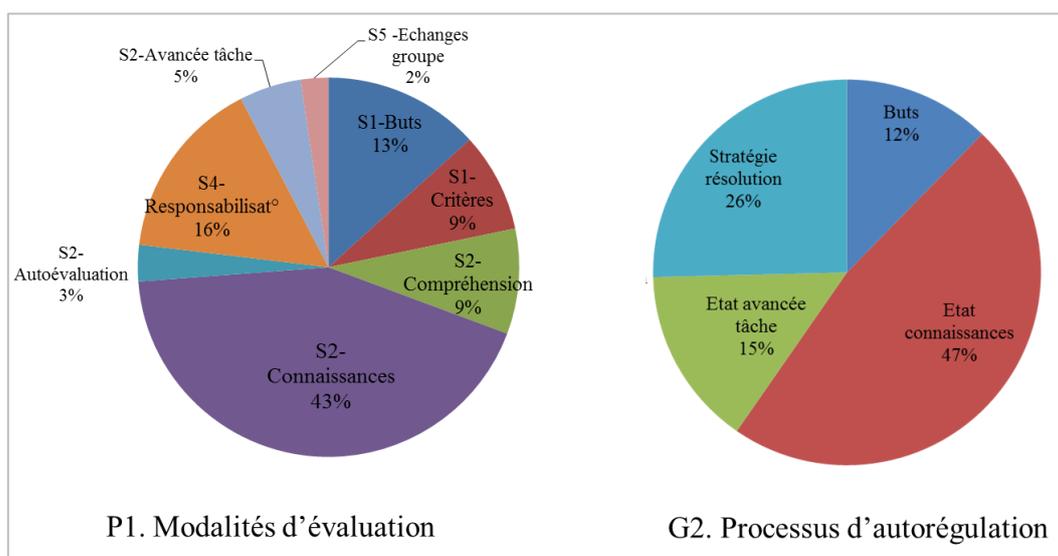


Figure 28. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignante 1

Nous observons que les modalités d'évaluation ordinaires mises en œuvre par cette enseignante se caractérisent principalement par une évaluation des connaissances des élèves et de leur compréhension. Cela explique le positionnement particulier de cette enseignante au sein du plan orthogonal dégagé par l'analyse factorielle. L'analyse détaillée de la séance montre qu'il s'agissait d'une activité évaluée de manière sommative. Cette séance vient en effet clôturer la séquence sur les volcans et l'activité apparaît comme un moment de réinvestissement et d'application des connaissances élaborées ultérieurement. En outre, cela semble expliquer pourquoi l'enseignante ne valorise pas la responsabilisation des élèves ni les échanges entre pairs lors de l'activité d'investigation.

Du côté des élèves, nous ne pouvons interpréter que partiellement nos résultats au regard de la faible quantité de verbalisations à laquelle nous avons pu accéder. Nous retiendrons néanmoins que le groupe a produit peu de stratégies de résolution et que leurs régulations portaient de façon équivalente sur l'évaluation de leur état actuel et les buts de la séance. Des indices relatifs à une pression évaluative éprouvée par les élèves à l'égard de l'activité ont été identifiés ainsi qu'une certaine dépendance à l'enseignante pour réguler leur avancée. Les pairs ne représentent en effet que 25% des modalités de régulation²⁹, le reste étant partagé entre l'enseignante (39%) et le matériel de la situation (36%).

La Figure 29 présente cette même répartition des processus lors de la deuxième année.



²⁹ Les graphiques de répartition en pourcentage des modalités de régulation sont disponibles en annexe 13

Figure 29. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignante 1

La mise en œuvre d'une évaluation formative élaborée se définit chez cette enseignante par une plus grande diversification des stratégies mobilisées. En effet, nous voyons apparaître les indicateurs d'explicitation des critères de réussite, l'évaluation de l'avancée dans la tâche ou encore de leur état par rapport au support d'autoévaluation. L'introduction de ces trois modalités confirme le déplacement au sein du plan de l'AFCM vers le haut de l'axe vertical (Figure 18). Nous identifions aussi une plus grande responsabilisation des élèves, ce que ne révélait pas l'analyse factorielle. Nous pouvons l'expliquer par le fait que, conjointement, l'enseignante explicite de façon plus importante les buts et les sous-buts de l'activité.

Du côté des élèves, nous notons en contrepartie moins de régulations par rapport aux buts, mais une plus grande proportion de régulations par rapport à leurs connaissances. En effet, ils régulent presque pour moitié leur activité au regard de cet état. Nous notons ainsi une adéquation entre les stratégies d'évaluation formative de l'enseignante et les processus des élèves sur cette dimension qui n'était pas aussi criante lors de la première année. De la même façon, l'enseignante réduit considérablement la modalité d'évaluation de l'état de compréhension et ce processus est en retour absent chez les élèves.

Les élèves produisent une part importante de stratégies de résolution et les analyses précédentes ont révélé un engagement élevé dans la tâche. Cependant, nous n'identifions pas d'évaluation prenant part avec le support formel d'évaluation. En outre, puisque l'enseignante insiste particulièrement sur cette dimension lors de sa deuxième séance, nous aurions pu nous attendre à des régulations par rapport à cet outil.

Enfin, une différence importante concerne les modalités de régulation des élèves. Les pairs représentent 50 % des modalités de régulation du groupe G2, l'enseignante ne représentant plus que 13%. Nous pouvons donc suggérer une plus grande responsabilisation de ces élèves dans la conduite de leur activité.

2.2. P2 : une focalisation sur la compréhension et l'avancée dans la tâche

La Figure 30 présente la répartition des stratégies d'évaluation mises en œuvre par l'enseignant 2 lors de la première année ainsi que les processus d'autorégulation identifiés dans le premier groupe d'élèves.

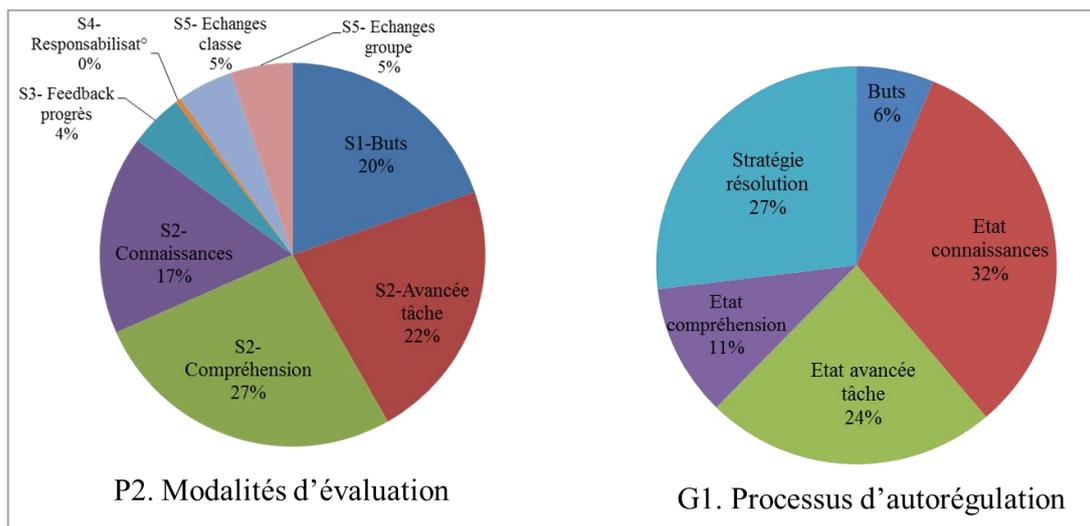


Figure 30. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignant 2

Les modalités d'évaluation ordinaires se répartissent majoritairement sur l'évaluation de l'état actuel des élèves. En effet, leur état de compréhension constitue la principale source d'information recueillie par l'enseignant, suivi de leur état d'avancée dans la tâche et de leurs connaissances. On note également une part importante consacrée à l'explicitation des buts. Cette dernière modalité semble expliquer le positionnement de la séance dans le cadran situé en haut à gauche du plan de l'AFCM.

Chez les élèves, la majorité des régulations sont liées à leurs connaissances, suivies par les stratégies de résolution qu'ils mettent en place et leur état d'avancée dans la tâche. Les régulations liées à leur compréhension et aux buts de l'activité sont pour leur part assez réduites. L'analyse détaillée de cette séance montrait que les élèves éprouvaient des difficultés à rester engagé dans la tâche. Les obstacles liés aux notions peuvent en être la cause, expliquant ainsi la forte proportion de régulations relatives à leurs connaissances.

Enfin, les modalités de régulation des élèves se caractérisent par un recours important aux outils matériels (33%) et à l'enseignant (41%), les pairs ne représentant que 26% des modalités. Comme relevé précédemment, les élèves sont restés bloqués un certain moment sur les définitions, ce qui explique la mobilisation fréquente des modalités instrumentées relatives à leur classeur de cours.

La Figure 31 présente sous le même format cette répartition des processus identifiés lors de la deuxième année.

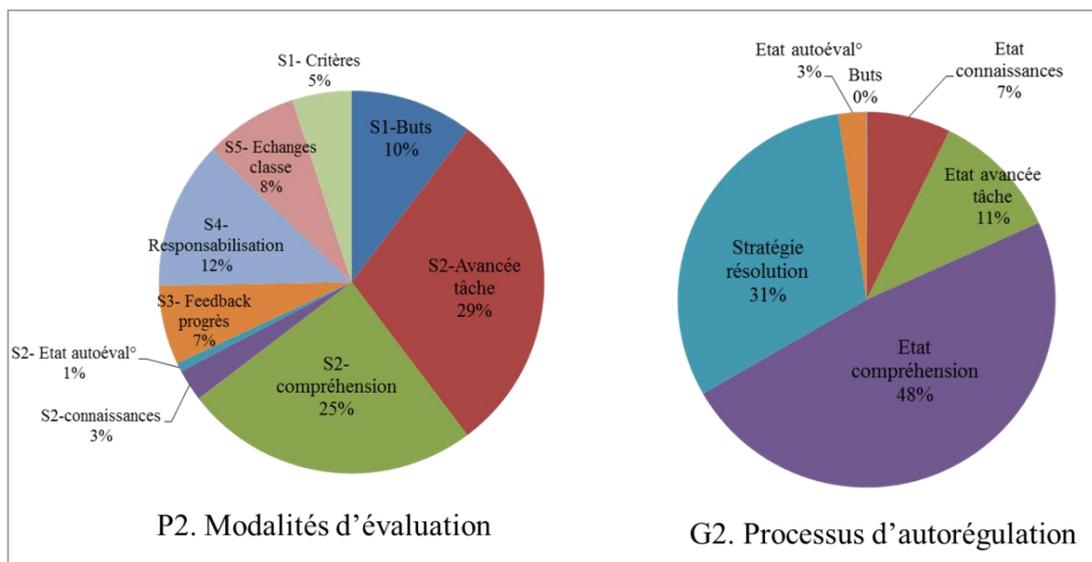


Figure 31. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignant 2

Les stratégies d'évaluation élaborées se traduisent chez l'enseignant 2 par une diminution des prises d'information sur leurs connaissances et, dans une moindre mesure, d'explicitation des buts. Cela est très probablement lié au fait que les difficultés des élèves ont été anticipées. Nous pouvons supposer que la mise en œuvre d'une autre séance d'enseignement pour laquelle l'enseignant ne serait pas expérimenté se traduirait, à l'inverse, par un temps important accordé à cette évaluation des acquis des élèves. Son expérience lui a permis ici de réguler son enseignement en clarifiant les notions en amont de la phase de recherche. Nous identifions également un accroissement des feedback de progression, de valorisation des échanges au sein de la classe, de responsabilisation des élèves et d'explicitation des critères de réussite. Cette augmentation des proportions corrobore le positionnement de la séance vers le haut et la droite du plan de l'AFCM.

Du côté des élèves, les aménagements produits semblent avoir considérablement modifié la nature des processus d'autorégulation mis en place. Bien entendu, ces résultats peuvent être nuancés au regard de différences individuelles. Néanmoins, les indicateurs de régulation cognitive semblent correspondre aux actions de l'enseignant. On observe en effet une nette diminution des régulations liées à l'évaluation de leur état en termes de connaissances, mais aussi quant aux buts de l'activité. Parallèlement, on note une forte augmentation (de 11 à 48%) des régulations relatives à leur compréhension du problème. Les stratégies de résolution augmentent légèrement tandis que l'évaluation de leur avancée dans la tâche se réduit.

Enfin, l'apparition de régulations en lien avec l'outil d'autoévaluation est conforme à ce que nous pouvions attendre. L'introduction du tableau de progression en début de séance, en tant qu'outil à destination des élèves pour « savoir où ils en sont », engendre effectivement des régulations par rapport à cet outil. Une évolution importante des modalités de régulation a par ailleurs été observée. Les régulations instrumentées ne représentent plus que 7% des modalités, les autres étant réparties de façon équivalente entre l'enseignant (46%) et les pairs (47%).

2.3. P4 : une focalisation sur les buts et la compréhension

Nous terminons par la présentation des résultats synthétisés pour les deux séances de l'enseignante 4. La Figure 32 illustre la répartition des stratégies d'évaluation mises en œuvre par l'enseignante la première année et les processus d'autorégulation des élèves.

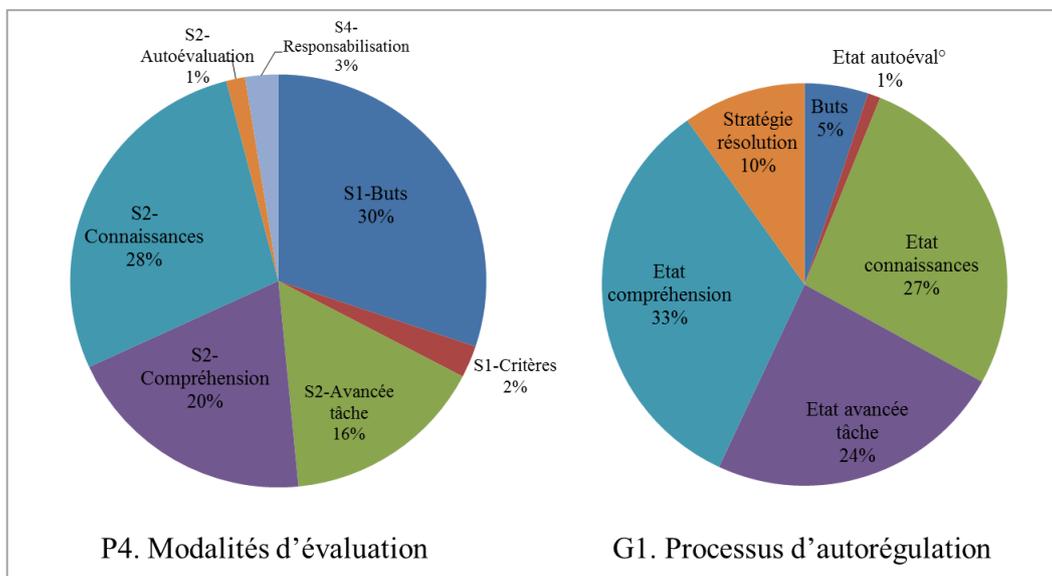


Figure 32. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignante 4

Les stratégies d'évaluation ordinaires se définissent ici par une forte proportion de modalités destinées à expliciter les buts et à évaluer l'état de connaissances des élèves. Ce résultat correspond au positionnement de cette séance dans le plan orthogonal (à gauche de l'axe vertical et en bas de l'axe horizontal). En revanche, on note une faible proportion d'explicitation des critères ou encore d'évaluation par rapport à l'outil d'autoévaluation.

Nous observons que les élèves régulent principalement leur activité par rapport à leur état actuel en termes de compréhension, de connaissances et d'avancée dans la tâche. En

revanche, ils régulent très peu leur activité par rapport aux buts et aux critères du tableau de progression. Par ailleurs, peu de régulations sont liées aux stratégies de résolution.

La Figure 33 illustre maintenant ces proportions pour la deuxième année.

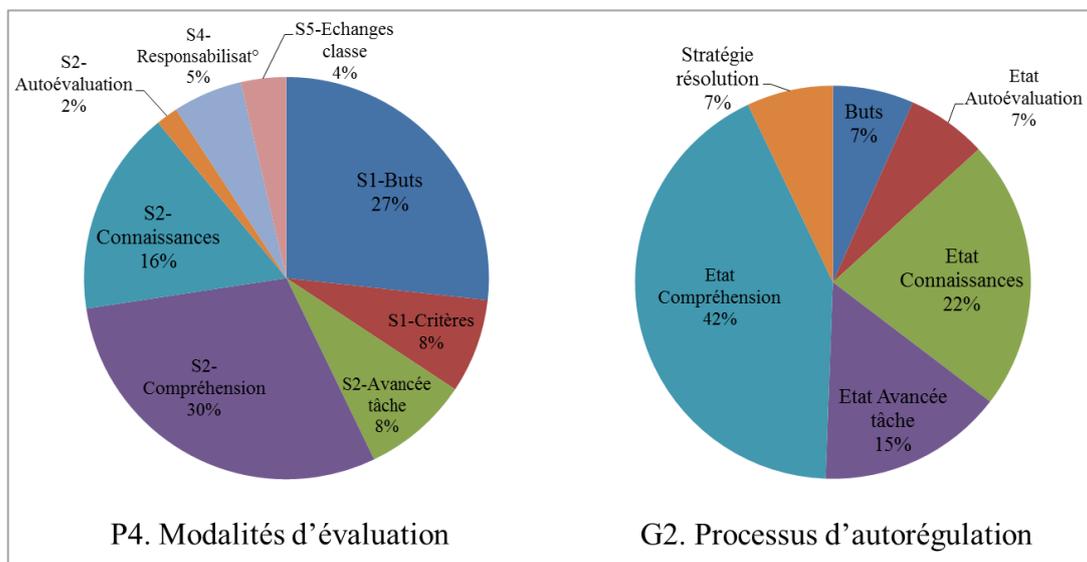


Figure 33. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignante 4

Les modalités élaborées se traduisent par un accroissement des évaluations de la compréhension des élèves et une diminution de l'évaluation de leurs connaissances et avancée dans la tâche. Cette évolution peut s'expliquer par les aménagements didactiques apportés sur la feuille d'activité. Cette dernière intègre la définition de l'ébullition et une remarque sur l'énergie fournie par l'appareil de chauffage, deux difficultés d'élèves identifiées par les enseignants lors de la première séance. Par ailleurs, l'esquisse du graphique dessiné par l'enseignante au tableau pour clarifier les échelles de mesure a probablement, elle aussi, contribué à ce résultat. Ainsi, comme pour l'enseignant 2, l'anticipation des difficultés d'élèves se traduit par une évaluation réduite des connaissances des élèves. Nous identifions en revanche une plus grande explicitation des critères de réussite et valorisation des échanges au sein de la classe. Ces éléments rejoignent le déplacement de la séance vers la droite du plan orthogonal. Néanmoins, l'évolution des proportions entre les deux séances est relativement faible, ce qui explique l'écart réduit de déplacement au sein du plan.

Du côté des processus d'autorégulation identifiés chez les élèves, l'évaluation de leur compréhension constitue encore le processus le plus identifié et sa proportion augmente

entre le groupe G1 et G2. Ensuite, les régulations les plus fréquentes sont liées à l'évaluation de leur état en termes de connaissances et d'avancée dans la tâche mais cette proportion est moindre par rapport au premier groupe. Nous notons une légère baisse du nombre de stratégies de résolution mais une augmentation de l'évaluation de leur état général, soutenu par le support d'évaluation formel.

Enfin, ces élèves sollicitent considérablement plus de modalités instrumentées que les élèves du premier groupe (50% *vs.* 26%). En effet, les modalités de régulations identifiées pour le groupe G1 se répartissent principalement entre l'enseignant (31%) et les pairs (43%). Le groupe G2 régule, quant à lui, peu son activité avec l'enseignante (20%) mais davantage avec les pairs (30%) et les outils matériels de la situation, suggérant une plus grande responsabilisation des élèves pour conduire de façon autonome leur activité.

2.4. Des modalités d'évaluation combinées à la démarche d'investigation

L'analyse de la répartition des stratégies d'évaluation formative montre que les enseignants ne se concentrent pas tout à fait sur les mêmes modalités. Les séances mises en œuvre par l'enseignant 2 de mathématiques se caractérisent par une focalisation sur l'état de compréhension des élèves, mais aussi sur leur avancée dans la tâche (S2). Ce résultat peut s'expliquer par la mise en situation d'autonomie élevée quant aux démarches et procédures à réaliser, elles sont en cela bien différentes des séances de sciences expérimentales qui imposent un ensemble d'étapes à suivre. Ce résultat rejoint l'hypothèse d'une différenciation des modalités mises en œuvre en fonction des tâches, les enseignants ne portant pas leur regard sur les mêmes compétences.

Nous pointons également que les échanges au sein de la classe prennent une place plus importante dans les séances de mathématiques que celles de sciences expérimentales, mais aussi qu'ils n'ont pas les mêmes visées. En sciences expérimentales, les échanges sont valorisés pour mettre en avant les conceptions des élèves et leurs divergences. En mathématiques, on rajoute à cela l'explicitation collective de stratégies de résolution pour construire collectivement, chacun apportant sa pierre à l'édifice, des conjectures. En outre, tandis que les interactions en classe entière des enseignantes 1 et 4 se caractérisent principalement par un dialogue enseignant-élève, l'enseignant 2 privilégie les interactions élève-élève.

Les séances de l'enseignante 1 de SVT se définissent par un nombre important de modalités relatives à l'évaluation de l'état actuel des élèves, en termes de connaissances et de compréhension. Toutefois, c'est l'enseignante qui montre la plus forte évolution des modalités mobilisées lors de sa deuxième séance, notamment en direction de la responsabilisation des élèves et de l'explicitation des buts. À l'inverse, les séances de mathématiques se caractérisent toutes deux par une plus grande place accordée aux feedback de progression (S3) et à la responsabilisation des élèves (S4), ce qui corrobore les résultats de l'AFCM.

Les séances mises en œuvre par l'enseignante 4 de SPC se caractérisent par des modalités d'évaluation centrées sur l'explicitation régulière des buts (S1) et l'évaluation de l'état actuel des élèves (S2) en termes de compréhension et de connaissances. *A contrario*, ces séances ne sont pas, ou peu, définies par les modalités de feedback de progression (S3), de responsabilisation des élèves (S4) et de valorisation des échanges entre les pairs (S5). La faible évolution des proportions sur ces trois dimensions fait écho à l'écart réduit relevé entre les deux séances par l'analyse factorielle.

La description des pratiques des enseignants dans trois disciplines nous a permis de dresser un panorama des modalités d'évaluation formative mises en œuvre. Nous allons maintenant décrire les résultats obtenus pour l'ensemble de notre groupe de sujets en vue de dégager des régularités.

3. Analyse des régularités

Dans cette troisième section, nous traitons l'ensemble des résultats obtenus pour les cinq enseignants en vue de dégager les modalités d'évaluation formative favorables à l'autorégulation des élèves. Pour ce faire, nous procédons à des regroupements qui nous permettront ensuite d'aboutir à des patterns de pratiques d'évaluation et de processus d'autorégulation.

Le logiciel Transana offre la possibilité de représenter sous la forme graphique les rapports séquentiels, en pourcentages, de la série (i.e., l'ensemble des épisodes relatifs aux séances 1 et 2 de chaque enseignant). L'analyse de ces rapports séquentiels va nous permettre d'apprécier le poids occupé par chaque mot-clé proportionnellement aux autres mots-clés de la catégorie. Cette formalisation nous semble importante dans la mesure où

les séances sont d'une durée inégale. Par ailleurs, la durée d'encodage de chaque mot-clé étant très variable, se limiter à comparer le nombre d'occurrences serait peu informatif. En outre, même si le grain d'analyse correspond à l'échelle *micro*, les extraits codés varient d'une poignée de secondes à plusieurs minutes.

Nous commençons par présenter les rapports séquentiels des modalités d'évaluation formative identifiées pour chaque enseignant, lors des deux séances mises en œuvre, avant de les discuter. Dans une deuxième sous-section, nous les mettons en correspondance avec les processus d'autorégulation des élèves. Nous développons d'abord les composantes cognitives, avant de développer les composantes motivationnelles et affectives de l'autorégulation. Enfin, nous terminons par les modalités de régulation afin de tracer des pistes de réflexion sur ces médiateurs du soutien de l'autorégulation des élèves.

3.1. Rapport séquentiel des stratégies d'évaluation formative

La Figure 34 illustre le poids occupé par chaque modalité d'évaluation formative pour l'ensemble de notre groupe de sujets, en distinguant d'un côté les modalités d'évaluation ordinaires (i.e., séance 1) et, de l'autre, les modalités élaborées (i.e., séance 2). Les représentations graphiques présentant la durée totale de chaque indicateur d'évaluation est disponible en annexe 8 (p.362).

Les modalités évaluatives identifiées chez les cinq enseignants, listés à gauche de chaque représentation graphique, sont représentées sous la forme d'une barre horizontale. Cette barre se découpe en proportion du poids occupé par chaque modalité d'évaluation par rapport à l'ensemble des modalités identifiées. Chaque modalité est représentée par une couleur afin de les distinguer.

Nous détaillons consécutivement les deux catégories de modalités d'évaluation formative (i.e., ordinaires vs. élaborées) afin de dégager ce qui caractérise chacune d'elle.

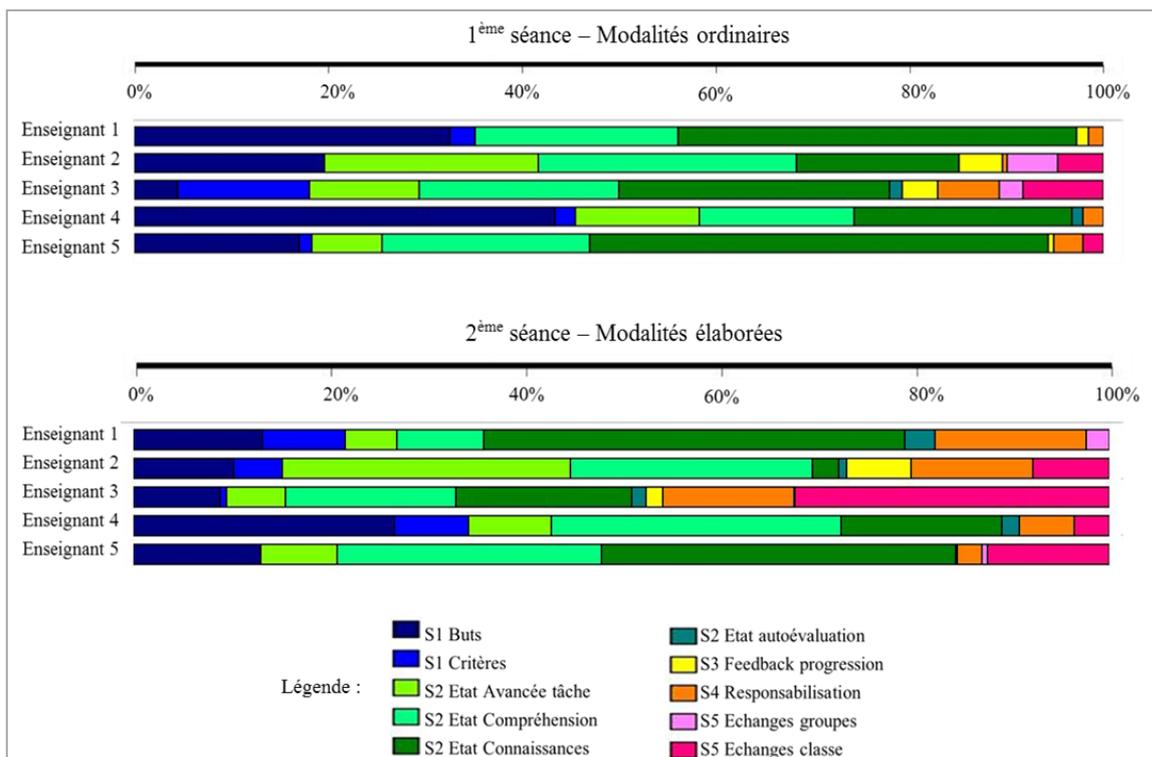


Figure 34. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation formative mises en œuvre lors des deux séances

3.1.1. Caractérisation des modalités d'évaluation formative ordinaires

Les pratiques d'évaluation ordinaires se caractérisent par une explicitation importante des buts et des sous-buts, excepté pour l'enseignante 3 qui semble compenser cette modalité avec l'explicitation des critères de réussite. Quatre enseignants (i.e., P1, P3, P4, P5) consacrent un temps à l'explicitation des critères. Tous les enseignants prennent beaucoup d'informations sur l'état actuel des élèves, tant en termes de compréhension, de connaissances et, dans une moindre mesure, de leur avancée dans la tâche. Seule l'enseignante 1 ne prend pas d'information sur cet état d'avancée. Cela rejoint l'hypothèse selon laquelle les enseignants mobilisent, globalement, les mêmes modalités d'évaluation formative, celles relatives aux stratégies 1 et 2 étant les plus caractéristiques des pratiques évaluatives de notre groupe de sujets.

Nous notons, en revanche, que ces enseignants se distinguent entre eux sur les stratégies 3, 4 et 5. D'abord, la stratégie 3 relative au feedback de progression n'est pas ou peu représentée pour les disciplines expérimentales. Nous pouvons suggérer que la tâche mathématique nécessite davantage de régulations de la part de l'enseignant sur la façon dont les élèves travaillent sur la tâche et les processus d'autorégulation dans lesquels ils

sont engagés. En effet, les séances de sciences observées comprennent pour leur part un ensemble de questions hiérarchisées qui guident le chemin que les élèves doivent suivre. Par conséquent, il est possible que cet indicateur soit plus ou moins susceptible d'intervenir en fonction des tâches demandées aux élèves.

Ensuite, nous observons que la stratégie 4 liée à la responsabilisation des élèves est peu représentée pour l'ensemble des enseignants. Cela suggère que les enseignants cherchent tous plus ou moins à responsabiliser les élèves dans la conduite de leur activité mais que cela ne s'accompagne pas toujours des aménagements nécessaires pour y parvenir. Enfin, nous remarquons que les modalités de la stratégie 5 (i.e., échanges classe/groupes) sont également plus représentées dans les enseignements de mathématiques. Cela conforte l'idée selon laquelle les échanges entre élèves sont considérés, par les enseignants, indispensables à l'activité de résolution mathématique proposée. C'est en effet la multiplication des exemples et le partage des tâches entre les élèves qui vont leur permettre d'aboutir à une conjecture. En ce sens, les enjeux sont différents.

3.1.2. *Caractérisation des modalités d'évaluation formative élaborées*

Les modalités d'évaluation élaborées se définissent par une moindre explicitation des buts chez tous les enseignants. Les aménagements didactiques et l'anticipation des difficultés d'élèves ont possiblement conduit les enseignants à une meilleure clarification des buts et standards à atteindre. En revanche, il est surprenant que l'explicitation des critères de réussite ne soit pas identifiée chez tous les enseignants. On relève en effet que cette modalité est plus représentée chez trois enseignants (i.e., P1, P2 et P4) lors de leur deuxième séance, mais qu'elle est absente pour les deux autres (i.e., P3 et P5).

Dans le cadre du travail collaboratif mis en place au sein du LÉA, la question de l'explicitation des critères était un point de réflexion central. Nous pouvions donc nous attendre à ce que le travail réalisé sur le support d'évaluation conduise tous les enseignants à expliciter ces critères et à les intégrer formellement à leur séance en incitant les élèves à s'y référer. Nous n'avions déjà pas identifié cette modalité lors de la première séance de l'enseignante 5, nous pouvons donc penser qu'elle ne parvient pas à bousculer ses pratiques à ce niveau. Par contre, ce résultat est plus étonnant pour l'enseignante 3 qui consacrait un temps important à l'explicitation des compétences visées lors de sa première séance. Un retour à la vidéo montre que l'enseignante projette au tableau les critères de

réussite en tout début de séance, lorsque les élèves s'installent, mais sans qu'ils ne fassent l'objet d'une présentation explicite. Il peut s'agir d'un oubli de la part de l'enseignante, ou alors ce tableau est considéré suffisamment familier aux élèves pour qu'il ne nécessite pas un rappel des attentes et des compétences évaluées.

Nous observons que l'évaluation de l'état actuel des élèves reste la stratégie la plus mobilisée par les enseignants et que ses modalités conservent approximativement les mêmes proportions. La stratégie 3, relative aux feedback de progression, est ici encore caractéristique des séances de mathématiques. Nous notons par contre que les modalités d'évaluation élaborées se distinguent des modalités ordinaires par une plus grande responsabilisation des élèves. Cette stratégie est en effet plus représentée pour l'ensemble des enseignants. Ainsi, ils ont tous tendance à intégrer davantage les idées des élèves et à favoriser une recherche autonome des ressources nécessaires à leur avancée. Enfin, nous identifions une plus grande incitation des enseignants pour les échanges entre élèves (i.e., stratégie 5). L'enseignante 1 valorise une communication à l'intérieur des groupes, les quatre autres valorisent principalement les échanges au sein de la classe.

En définitive, nous retiendrons que les modalités d'évaluation formative élaborées se définissent par une moindre explicitation des buts chez tous les enseignants en faveur d'une plus grande responsabilisation des élèves et une valorisation des échanges entre pairs. Ces modalités impliquent, par rapport à des modalités ordinaires, une plus grande prise en compte des conceptions des élèves, de leurs initiatives, ainsi qu'une plus grande responsabilisation des élèves pour mobiliser les ressources, à la fois sociales et matérielles, dont ils ont besoin. En ce sens, elles sont supposées favorables à l'autorégulation des élèves et être en adéquation avec les objectifs poursuivis par les démarches d'investigation. L'analyse du rapport séquentiel des processus d'autorégulation va nous permettre de le vérifier.

3.2. Rapport séquentiel des processus d'autorégulation

Dans cette deuxième sous-section, nous commençons par développer les résultats pour la composante cognitive de l'autorégulation, avant de développer la composante motivationnelle et affective.

3.2.1. Focus sur les processus cognitifs

La Figure 35 présente le rapport séquentiel des processus cognitifs codés pour chaque groupe d'élèves lors de la première année, suivi par celui de la deuxième année.

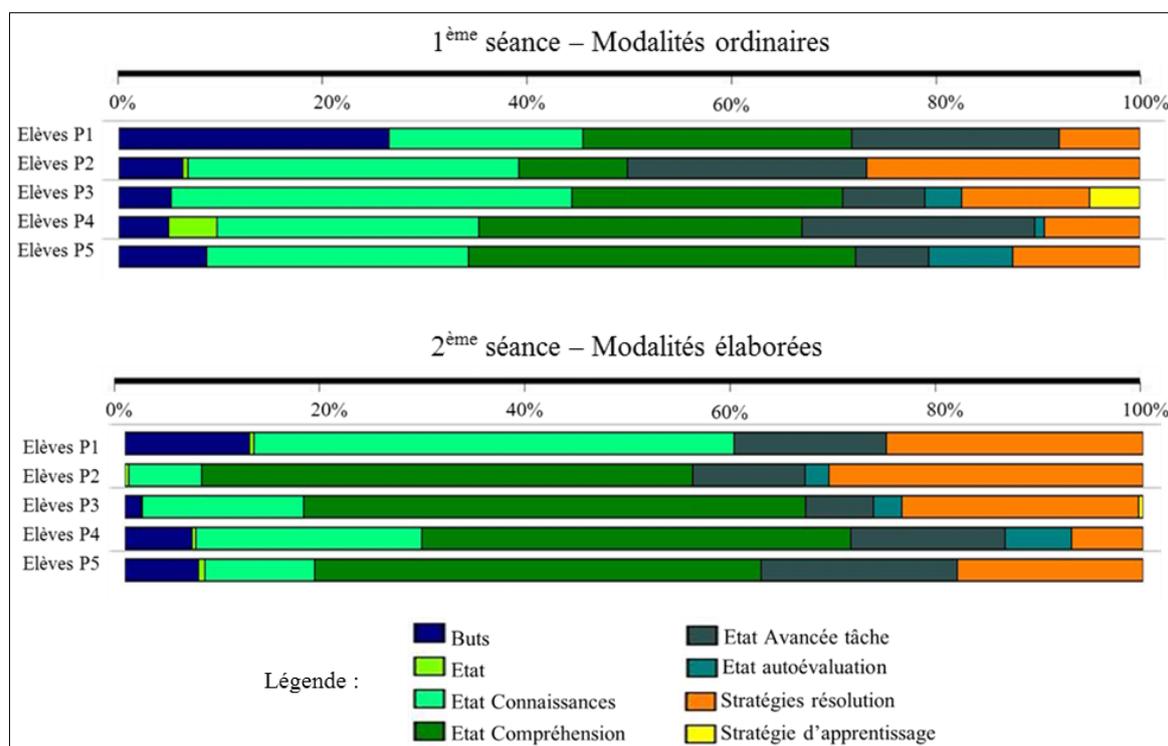


Figure 35. Répartition en pourcentage des processus d'autorégulation identifiés lors de deux séances

La mise en perspective des deux rapports séquentiels (en pourcentage de durées) montre que les élèves placés dans un contexte d'évaluation élaborée développent moins de régulations en direction des buts et sous-buts de l'activité. Ces résultats semblent faire écho aux pratiques évaluatives des enseignants et aux aménagements didactiques réalisés. Par ailleurs, mis à part pour les élèves de l'enseignante 1, nous notons un moins grand nombre de régulations liées à leurs connaissances. Cela peut s'expliquer par une plus forte prise en compte des connaissances initiales des élèves par les enseignants. Ce sont finalement les régulations liées à l'évaluation de leur compréhension qui composent la majorité des régulations mises en place.

Un accroissement des stratégies de résolution mises en œuvre est identifié pour quatre groupes d'élèves lors de la deuxième séance. Seuls les élèves de l'enseignante 4 affichent une baisse de cette proportion par rapport aux autres processus. Nous rappelons que ces stratégies sont déterminantes en ce qu'elles révèlent la mise en place de processus d'autorégulation directement liés à la réduction de l'écart perçu. En effet, les régulations

On relève que toutes les séances pour lesquelles une évaluation formative élaborée a été dispensée produisent une augmentation du nombre de processus d'autorégulation chez les élèves (comparaison entre G1 et G2). Par ailleurs, le nombre de processus identifiés dans les classes de mathématiques (i.e., P2 et P3) est remarquable au regard de la durée de ces séances. En effet, celles-ci sont en moyenne plus courtes de 30 minutes que celles de sciences. Ce résultat laisse suggérer que certaines tâches, en l'occurrence, ici, des problèmes ouverts en mathématiques, engendrent un nombre plus important de processus d'autorégulation chez les élèves.

Tel que nous l'avions précédemment mentionné, la différence notable observée entre les élèves du groupe G1 et ceux du groupe G2 de l'enseignante 1 fait suite à l'observation d'une pratique ordinaire qui laisse peu de place aux échanges avec et entre les élèves. De fait, les interactions limitées du groupe G1 rendent impossible, avec notre méthodologie, l'accès aux processus d'autorégulation qu'ils mettent effectivement en œuvre. Nous ne pouvons donc pas considérer objectivement les résultats obtenus pour ce groupe d'élèves.

Enfin, nous remarquons que le groupe G2 de l'enseignante 3 se révèle être celui qui développe le plus grand nombre de processus d'autorégulation. *A contrario*, le groupe G1 de l'enseignante 4 est celui qui en développe le moins (si nous écartons le groupe G1 de l'enseignante 1). Avant de tirer des conclusions sur l'efficacité supposée des modalités d'évaluation élaborées, nous exposons les résultats obtenus du côté des indicateurs motivationnels et affectifs.

3.2.2. *Focus sur les processus motivationnels et affectifs*

L'exploration empirique que nous avons conduite pour identifier les régulations émotionnelles et affectives a fait émerger certaines difficultés méthodologiques.

En effet, la rareté d'apparition des indicateurs afférents, ainsi que leur hétérogénéité, ne nous permettent pas de les discuter adéquatement en termes de proportions³⁰. Ainsi, nous avons fait le choix de procéder, dans un premier temps, à une description du nombre d'occurrences identifiées pour chaque indicateur d'analyse.

³⁰ La durée d'occurrence de certains indicateurs ne dépassent pas une poignée de secondes, il s'agit la plupart du temps de quelques mots (e.g., « c'est noté ? », « c'est dur », « ça me stress »).

Tableau 18. Nombre d’occurrences des indicateurs de régulation motivationnelle et affective pour l’ensemble des groupes d’élèves observés

<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5		
	<i>Groupes</i>	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Anxiété		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Déconcentration		0	0	2	1	5	1	6	0	4	0
Enjeu/ note		5	0	0	0	2	0	0	1	0	0
Perception de soi négative		0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Découragement		1	0	1	1	4	3	2	0	0	0
Perception difficulté		4	1	3	1	4	4	0	1	1	1
Enthousiasme		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Perception facilité		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

Nous observons que les comportements de désengagement et les émotions négatives sont moindres lors de la deuxième année d’enseignement, ce qui va dans le sens d’une meilleure régulation de la composante motivationnelle lorsque les élèves reçoivent une évaluation élaborée.

Deux groupes d’élèves se distinguent particulièrement des autres groupes. D’abord, les élèves du groupe G1 de l’enseignante 1 témoignent un nombre important d’affects négatifs. Tel que nous l’avons relevé, ces derniers manifestent une certaine pression évaluative (i.e., indicateur « enjeu/note ») au regard de leurs questionnements sur le caractère noté de l’activité. S’ajoute à cela des verbalisations relatives à la perception de difficulté pour accomplir la tâche, au découragement et à l’anxiété. Ce résultat suggère que les stratégies évaluatives de cette enseignante, lors de la première séance filmée, sont néfastes à la régulation émotionnelle des élèves. Ensuite, nous observons également un nombre important d’émotions négatives chez les élèves du groupe G1 de l’enseignante 3. Les indicateurs de découragement, de perception de difficulté, mais aussi de perception

négative de soi sont identifiés. Cela sous-entend que les élèves de ce groupe, se sentant en difficulté, se déconcentrent voire décrochent de l'activité. Pour creuser ce point, nous présentons dans la Figure 37 la durée des indicateurs encodés relatifs à l'engagement des élèves dans la tâche. Nous avons mesuré cette variable en comptabilisant les temps de déconcentration, d'attente du feedback enseignant et d'inactivité.

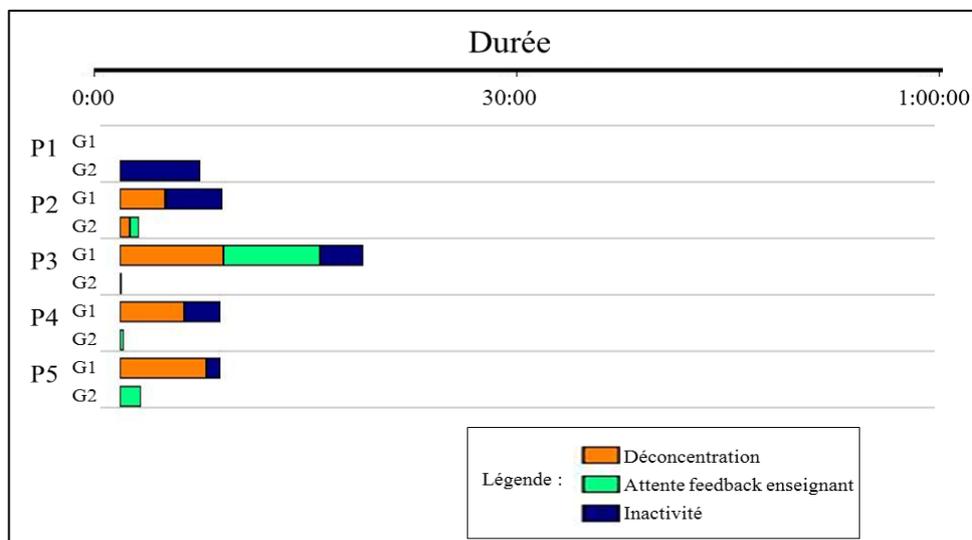


Figure 37. Durée des indicateurs d'engagement dans la tâche pour l'ensemble des séances

Nous observons que les temps de déconcentration diminuent, voire disparaissent, chez les groupes d'élèves de la deuxième séance. On perçoit que les temps d'inactivité ont tendance à se transformer en temps d'attente de feedback. Les temps d'inactivité peuvent signifier que les élèves ne sont pas engagés, ou alors qu'ils ont terminé la tâche demandée. C'est notamment le cas du groupe G2 de l'enseignante 1 qui est dans l'attente plusieurs minutes avant de pouvoir passer à la deuxième partie de l'activité. Puisque c'est l'enseignante qui réalise les expériences, nous avons montré que l'avancée individuelle des groupes était contrainte par l'avancée globale de la classe.

La différence la plus criante se situe entre les deux groupes de l'enseignante 3. Le groupe G2 semble réguler son comportement et son avancée de façon bien plus efficace que le groupe G1. Ce résultat peut être lié aux caractéristiques individuelles des élèves mais aussi à l'effet des aménagements produits concernant le contenu des mises en commun. En effet, nous avons pointé dans le chapitre II (pp.187-188) que cette enseignante ne mettait en place qu'une seule mise en commun. Au regard de la représentation graphique complète de cette séance (cf. annexe 3) et de la transcription (cf.

annexe 2), cette mise en commun visait à traiter les problèmes de compréhension liés aux notions. Cette mise au point arrive tardivement (i.e., 43^{ème} minute) dans le déroulement de la séance, ce qui signifie que les élèves qui n'étaient pas au clair sur les définitions ne sont toujours pas, à ce stade, entrés dans le problème posé. On relève également que l'attente de feedback est considérable. La faible intervention de l'enseignante est possiblement liée à une conception de la démarche d'investigation qui consiste à laisser les élèves résoudre le problème de façon indépendante. Ainsi, nous pourrions suggérer que le manque d'opportunités offertes aux élèves pour réguler tant les composantes cognitives que motivationnelles et affectives les conduit, d'une part, à des actions stériles sur le plan mathématique et, d'autre part, à décrocher. La transcription complète indique que ces élèves n'ont effectivement pas surmonté ces difficultés à la fin de la séance.

3.2.3. Comparaisons des modalités de régulation

Nous terminons l'analyse des processus d'autorégulation en détaillant maintenant les modalités de régulation identifiées pour chacune des séances. Nous mettons en correspondance, comme précédemment, le graphique présentant la proportion occupée par chaque modalité lors de la première séance, suivi par celui de la deuxième.

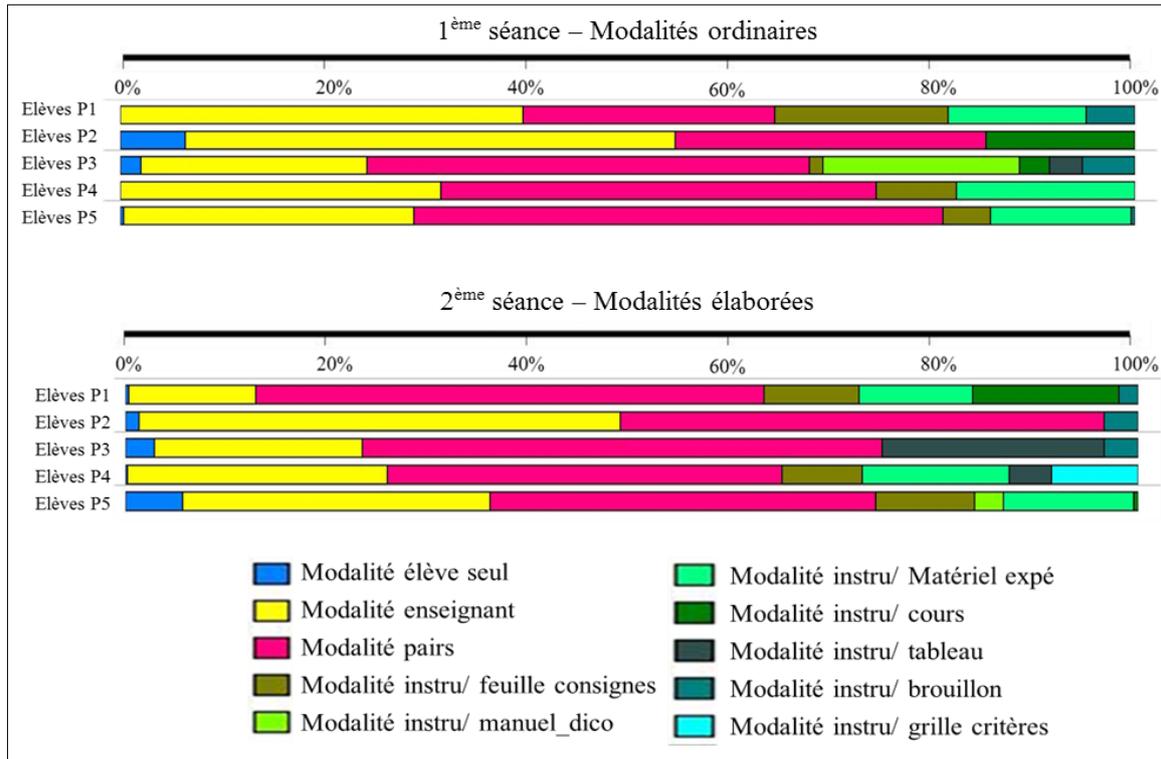


Figure 38. Répartition en pourcentage des modalités de régulation identifiées lors des deux séances

La Figure 38 montre que les pairs constituent dans une plus large proportion les médiateurs de la régulation des élèves lors de la deuxième séance. Comme attendu, des différences notables apparaissent entre les deux groupes d'élèves de l'enseignante 1. Les régulations du groupe G2 sont majoritairement impulsées par les pairs et le matériel de la situation, révélant une moins grande dépendance des élèves à l'enseignante pour gérer leur avancée ainsi qu'une plus grande diversification des ressources mobilisées.

Nous notons que les élèves des classes expérimentales (P1, P4 et P5) mobilisent davantage de ressources matérielles liées à la feuille d'activité et au matériel expérimental. Ces modalités sont étroitement liées au format de l'activité, les élèves de mathématiques ne disposant pas de ces ressources. On relève que les groupes d'élèves de la première séance de mathématiques mobilisent, dans un cas, leur cours (i.e., P2) et, dans l'autre, leur manuel ou dictionnaire (i.e., P3). La disparition de ces modalités lors de la deuxième année, où l'on sait que les difficultés liées aux notions ont été anticipées par les deux enseignants, confirme que les élèves n'ont plus besoin de ces ressources pour avancer.

Nous remarquons que l'enseignant 2, pour les deux séances, est celui qui médiatise le plus fortement les régulations des élèves. Nous avons souligné qu'il était aussi celui qui dispensait le plus grand nombre de feedback de progression. Nous pouvons penser que, dans des situations de problème ouvert, les interventions de l'enseignant sont considérées par celui-ci nécessaires au soutien de leur autorégulation. Les élèves des classes expérimentales pourraient en effet avoir moins besoin de l'enseignant pour réguler leur activité au regard du détail de description des étapes qui leur est donné. Néanmoins, nous ne pouvons que le suggérer car ces indicateurs ne se retrouvent pas chez l'autre enseignante de mathématiques (i.e., P3).

Enfin, nous aurions pu nous attendre à une mobilisation plus importante de la grille de critères par les élèves lors de la deuxième année, ce qui n'est pas le cas. Seul le groupe G2 de l'enseignante 4 l'utilise pour réguler son activité. Aucune régulation liée à ces critères n'est identifiée dans les groupes des enseignants 1 et 2 alors que ces derniers ont consacré plus de temps à les présenter. Il est possible que les élèves ne perçoivent pas l'utilité de cet outil pour ajuster leurs actions aux attentes formulées dans le document. Des efforts semblent donc encore à produire quant à la façon d'introduire et d'utiliser cet outil d'évaluation.

4. Conclusion sur les pratiques favorables à l'autorégulation des élèves

Dans ce chapitre, différentes méthodes d'analyse ont été convoquées pour répondre à notre question de recherche. Nous avons commencé par présenter l'analyse des épisodes interactionnels, en nous appuyant sur les représentations graphiques issues de l'encodage des processus à l'échelle *micro*. Nous avons mobilisé les structures dégagées par l'AFCM pour focaliser notre développement sur des séances spécifiques. Nous avons exposé les résultats obtenus pour trois enseignants et mis en lumière les processus identifiés, chacun dans leur spécificité disciplinaire. Ces résultats ont ensuite été synthétisés et comparés aux résultats de l'AFCM. Nous avons ainsi cherché à caractériser les pratiques évaluatives de ces enseignants, tout en décrivant leurs évolutions entre la première et la deuxième année. Ce n'est que dans un troisième temps que nous avons regroupé l'ensemble des données recueillies dans le but de dégager des régularités.

Nous avons montré que les modalités d'évaluation ordinaires se caractérisaient principalement par les stratégies d'explicitation des buts (S1) et d'évaluation de l'état actuel des élèves (S2), les trois autres étant sous-représentées. Les stratégies d'évaluation élaborées se définissent, quant à elles, par un meilleur équilibre entre les différentes stratégies. Nous remarquons que les modalités d'évaluation varient en fonction des tâches, la stratégie 3 étant principalement identifiée dans les séances de mathématiques. Au regard de la faiblesse d'apparition de cet indicateur, nous n'écartons cependant pas l'hypothèse qu'il soit plus difficilement identifiable.

Nous retiendrons que les modalités élaborées intègrent une plus grande prise en compte des connaissances et des idées initiales des élèves et que ces dernières font l'objet de discussions en classe entière pour produire des preuves d'apprentissage. Une plus grande responsabilité est également confiée aux élèves, ce qui s'accorde avec les visées des démarches d'investigation, même si cette dimension pourrait encore être développée pour véritablement répondre aux attentes que souhaite initier cette méthode. Nous pointons que les visées des enseignements diffèrent et que certains enseignements semblent produire plus de processus d'autorégulation chez les élèves que d'autres.

Chez les élèves, nous pointons une réduction des régulations par rapport aux buts et à leurs connaissances lorsqu'ils sont placés dans un contexte d'évaluation élaborée. En revanche, la proportion des régulations liées à l'évaluation de leur compréhension et à la

mise en œuvre de stratégies de résolution augmente. Ces stratégies, comme nous l'avons souligné, sont déterminantes puisqu'elles attestent des tentatives des élèves réduire l'écart à l'objectif visé. En ce sens, les élèves présents dans un contexte d'évaluation élaborée font preuve d'une régulation cognitive plus efficace que ceux placés dans un contexte d'évaluation ordinaire. Cela est d'autant plus tangible dans les séances de mathématiques, les élèves ayant atteint un stade de résolution plus avancé lors de la deuxième année.

Nous montrons également que les élèves font preuve d'une meilleure régulation de leur comportement, en termes d'engagement, lors de la deuxième année. Les modalités d'évaluation élaborées semblent donc promouvoir l'engagement et la persévérance dans les tâches. Toutefois, nous nuancions ce constat en fonction des activités. Les affects négatifs se révèlent plus nombreux dans les tâches mathématiques. En cas de blocage, l'absence d'étapes définies dans une situation de problème ouvert mobilise probablement plus de ressources attentionnelles pour rester actif et persévérer. Ce constat suggère l'importance d'un guidage actif de l'enseignant et d'une mise en avant des pairs en tant que ressource à part entière. A la différence des tâches mathématiques, celles de sciences permettent aux élèves d'avancer même en cas de difficulté, en passant à la question suivante par exemple, ou en se focalisant sur une autre partie de l'activité.

Enfin, l'utilisation de l'outil formel d'évaluation, introduit en tant que « grille d'évaluation » par certains, et « tableau de progression » par d'autres, mérite d'être discuté. Nous avons vu que l'explicitation des critères de réussite intervenait de façon aléatoire chez les enseignants, cette variable étant parfois identifiée lors de leur première séance d'enseignement mais pas dans la seconde et *vice versa*. La question des raisons pour lesquelles les enseignants ne les présentent pas se pose alors. S'agit-il d'une habitude de classe ? Certains enseignants ne parviennent-ils pas à faire évoluer leurs pratiques ? Quelle perception ont-ils de cet outil pour réguler leur propre activité mais aussi celle des élèves ? Un entretien mené auprès des enseignants après cette deuxième séance aurait peut-être pu nous permettre d'y répondre. Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons connaître l'usage effectif des outils développés en formation une fois le dispositif terminé. Les enseignants les ont-ils formellement intégrés à leur pratique quotidienne ? Si ce n'est pas le cas, un suivi sur trois années est-il suffisant ? Quelle autre forme d'accompagnement pourrait permettre de soutenir dans la durée l'évolution des pratiques ? Cet ensemble de questions sera discuté dans le chapitre 5.

Chapitre IV - Eclairage du côté des situations d'enseignement Maths à Modeler

Ce quatrième chapitre va se consacrer à l'étude des interactions qui prennent part entre les élèves et les médiateurs scientifiques dans le cadre de situations d'enseignement partenariales. Ces intervenants, extérieurs à la sphère scolaire, visent une coopération avec les enseignants pour conduire des ateliers dont l'organisation est calquée sur la pratique des chercheurs en mathématiques. Un objectif central de ces ateliers concerne l'échange de questions et d'arguments entre les élèves. Dans ce chapitre, nous allons explorer la nature des interactions entre les élèves et la façon dont les feedback, dispensés par les médiateurs, sont susceptibles de favoriser leur autorégulation par rapport à des situations de classe plus classiques (i.e., académiques). Ces situations d'enseignement sont particulières dans la mesure où, même si elles prennent place au sein de l'établissement scolaire des élèves et se réalisent en présence de leur enseignant de mathématiques, elles ne font pas l'objet d'évaluations formelles. Nous pensons ainsi que la perception des objectifs de ces séances par les élèves pour leurs apprentissages sera différente. L'objectif ici va être d'étudier leurs comportements à la lumière des descripteurs que nous avons mis à l'épreuve sur des séances d'enseignement classiques.

Tel que nous l'avons précisé dans le chapitre I de la partie B, nous avons centré notre étude sur un atelier spécifique, correspondant à la deuxième séance sur les sept prévues. Ce choix s'est réalisé en vue d'écarter les effets d'une adaptation des feedback dispensés aux élèves par les médiateurs. Deux ateliers sont étudiés ; le premier concerne des élèves de seconde et la présence d'un médiateur expert, le deuxième est composé d'élèves de 6^{ème} et de deux médiateurs novices.

Dans une première sous-section, nous présenterons l'organisation des deux séances à l'aide du codage réalisé à l'échelle *méso*. Nous analyserons le partage des responsabilités et la façon dont les deux ateliers sont conduits. Ensuite, nous focaliserons notre analyse sur les interactions entre les médiateurs et les groupes d'élèves. Pour ce faire, nous convoquerons, d'une part, nos indicateurs d'évaluation formative et, d'autre part, des extraits de transcription sélectionnés à partir de ce codage. Enfin, dans une troisième sous-section, nous décrirons l'activité des élèves au regard de la nature des feedback dispensés. Nous mobiliserons nos indicateurs d'autorégulation, à la fois cognitifs et motivationnels,

en vue d'établir les effets produits par ce type d'enseignement sur la régulation des apprentissages des élèves.

1. Structuration des ateliers et partage des responsabilités

Dans cette première section, nous analysons la façon dont les ateliers sont conduits afin de circonscrire les situations dans lesquelles les processus interviennent. Pour cela, nous commençons par nous appuyer sur les représentations graphiques obtenues avec le logiciel Transana. À partir du découpage des étapes à l'échelle *méso*, nous nous focaliserons sur les interactions qui prennent place en classe entière. Cela nous permettra d'apprécier le partage des responsabilités entre les médiateurs et l'enseignant. Nous pointerons, ensuite, les différences et les similarités entre les deux ateliers qui seront à considérer pour comprendre l'activité de chacun des acteurs.

1.1. Organisation des séances

Nous présentons dans la Figure 39 le codage des phases organisationnelles de l'atelier du médiateur expert, suivi par celui des médiateurs novices. Nous notons que l'atelier du médiateur expert dure 12 minutes de moins que celui des médiateurs novices.

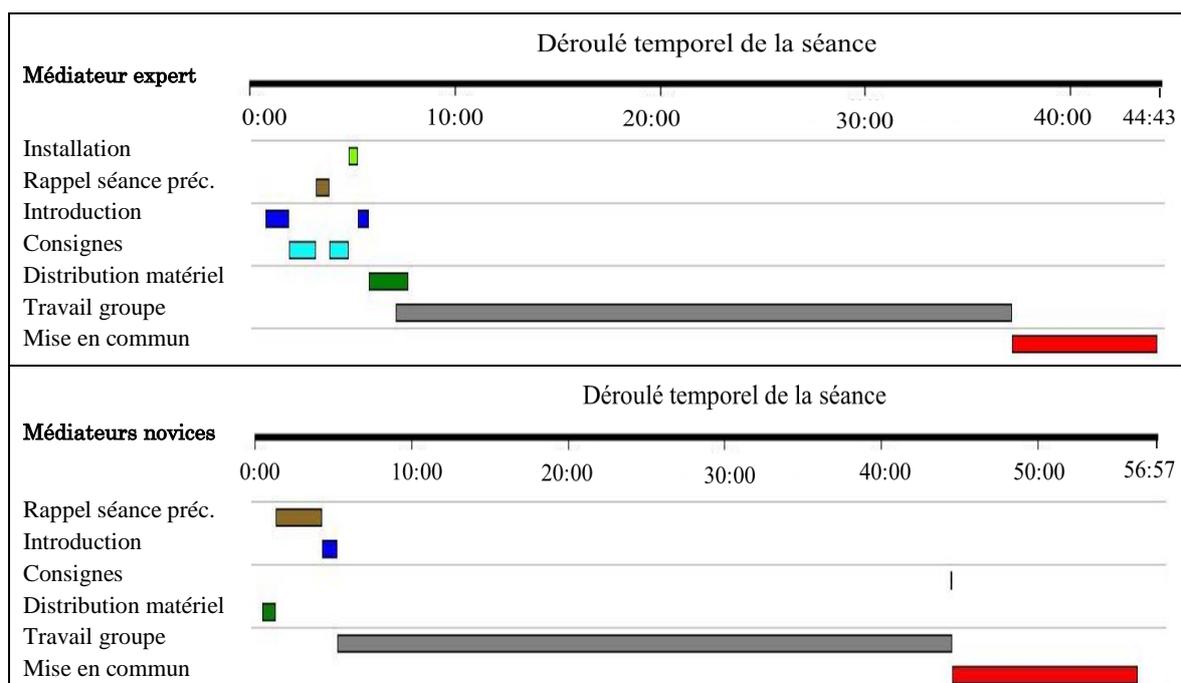


Figure 39. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux ateliers conduits par les médiateurs scientifiques.

Les deux ateliers se caractérisent par la présence des mêmes étapes, mais se distinguent dans la façon d'introduire la situation-problème en début de séance. Le médiateur expert débute la séance par la présentation du problème puis, entrecoupé par les consignes d'organisation de l'activité, fait un bref rappel de la séance précédente. On relève que les élèves s'installent par groupes après une phase de consignes, puis que la suite du problème est présentée. Une fois le matériel distribué (i.e., plateaux et pièces), le travail de groupe débute pour une durée totale de 30 minutes. Une mise en commun en classe entière d'environ 7 minutes clôture la séance.

On retrouve ces grandes étapes dans l'atelier des médiateurs novices, avec un temps de travail en groupe d'une durée totale de 38 minutes et une mise en commun finale de 12 minutes. La séance débute par la distribution du matériel, plus rapide puisque l'enseignant et les deux médiateurs se répartissent la distribution, puis 3 minutes sont consacrées au rappel de la séance précédente. La situation-problème est présentée sans que nous identifions de consignes destinées à cadrer l'activité des élèves. En effet, après cette introduction, les élèves sont déjà installés par groupes et disposent du matériel nécessaire pour commencer l'activité. Nous retiendrons que ces élèves sont placés plus longtemps en activité de recherche mais aussi que la mise en commun finale est plus longue que pour l'autre atelier.

Les représentations graphiques montrent qu'il n'y a pas de temps collectif lorsque les élèves sont en activité de groupes. Cela sous-entend que le problème énoncé au départ est prévu pour toute la durée de la séance, ou sinon qu'il est complexifié individuellement en fonction de l'avancée des groupes. Les étapes Introduction - Travail en groupe - Mise en commun caractérisent l'organisation générale des ateliers. Nous allons maintenant nous intéresser à la façon dont les responsabilités se partagent entre médiateur(s) et enseignant.

1.2. Répartition des rôles entre médiateurs et enseignant

Nous décrivons le partage des responsabilités au regard des temps d'échanges en classe entière. Cette analyse est importante pour nous permettre, ensuite, d'interpréter l'action des élèves en fonction des interventions et des rôles tenus par chacun. Nous décrivons ces temps d'interactions en classe entière, en commençant par l'atelier du médiateur expert.

1.2.1. Responsabilités confiées au médiateur expert

Le médiateur expert détient quasiment l'intégralité des responsabilités relative à l'avancée du savoir dans la classe. En effet, c'est lui qui présente le problème, donne les consignes d'organisation et met en œuvre la mise en commun finale. Il commence par rappeler la séance précédente puis introduit le problème du jour. Durant ces temps de présentation et de rappel, aucune intervention de l'enseignant n'est identifiée. Par ailleurs, nous notons que les élèves ne sont pas non plus sollicités pour rappeler le contenu de la séance précédente, ce rappel étant intégralement géré par le médiateur.

MiaM - Expert	ME. 0:02:32	On va pouvoir réattaquer si vous voulez bien, vous vous souvenez du problème des taupes et du jardin, je vous avais demandé de choisir une taupe dans chacun des groupes, une taupe assez grosse hein qui faisait au moins cinq carreaux, et d'essayer de la chasser avec des pièges qui étaient des petits carrés comme ceux -ci (<i>montre une pièce</i>) et d'essayer de mettre le moins de pièges possible pour chasser toutes les bêtes. Alors dans l'ensemble, chaque groupe arrivait à trouver une solution où il chassait toutes les taupes qu'il avait choisies, ce qui était beaucoup plus difficile c'était d'arriver à montrer qu'en fait on ne pouvait pas faire mieux (...) et là selon la forme des taupes il y a certains groupes qui ont avancé plus ou moins
	ME. 0:04:38	donc on a tous, vous vous mettez tous sur un jardin cinq par cinq (<i>dessine au tableau le quadrillage du jardin</i>) d'accord et vous allez chasser, la taupe que je vous propose de chasser pour simplifier ce coup-ci c'est une taupe qui est constituée de trois carreaux consécutifs, donc plus simple qu'à cinq [...] je vous donne des pièges (<i>il distribue les pièces à chaque groupe</i>)

Une fois le problème posé, le médiateur distribue le matériel (plateaux et jetons). L'enseignant, jusque-là en retrait dans un coin de la salle, se joint à lui pour l'aider. Ensuite, durant toute la durée d'activité des élèves par groupes, aucune intervention en classe entière n'est identifiée.

Le moment de la mise en commun finale est décidé par le médiateur qui, à la 37^{ème} minute, résume ce qu'il a pu voir dans les groupes. Ici, il n'est de nouveau pas demandé aux élèves de participer pour exposer les solutions trouvées. Le médiateur commence la mise en commun par une solution d'élèves à neuf pièges afin d'introduire la notion d'*optimum local*.

MàM - Expert	ME. 0:37:07	on va faire un point (...) j'ai pas trop vu au début, à part dans un groupe mais j'ai pas vu dans les autres comment quand vous avez cherché des solutions, ce que vous aviez obtenu, mais par contre je voudrais m'arrêter sur un groupe, il y a eu une solution à neuf (<i>dessine au tableau</i>) qui a été trouvée
	E.	c'est pas utile
	ME.	mais tout est utile ! et il y avait un espèce d'argument local qui laissait penser qu'on pouvait être éventuellement proche, ou du moins même sur le minimum qui consiste à dire bon bah cette solution elle est sympathique parce que si j'enlève un piège la taupe apparaît donc, quelque part, cette solution elle est proche de quelque chose de bien, de quelque chose d'optimal mais ça c'est le genre d'argument de votre solution qu'on ne peut pas améliorer juste en enlevant des pièges, c'est à dire que localement vous êtes sur un minimum sur cet ensemble vous ne pouvez pas l'améliorer, c'est pour ça que je voulais quand même le présenter, c'est ce qu'on appelle un optimum local, un minimum local, on ne peut pas l'améliorer alors après, assez rapidement quand même dans la plupart des groupes vous avez trouvé deux solutions (<i>dessine au tableau deux autres quadrillages</i>), donc je les dessine ici, avec huit pièges [...]

Les différentes combinaisons observées dans les groupes par le médiateur sont dessinées au tableau. Dans la suite de la présentation, quelques élèves lèvent le doigt pour intervenir. Le médiateur conserve la parole pour introduire la notion de *preuve par l'absurde* :

MàM - Expert	ME. 0:43:12	le fait de ne pas avoir de piège ici ça m'oblige à avoir huit pièges, donc il n'y a pas de solution à sept, c'est le genre de raisonnement (<i>regarde l'élève qui lève le doigt</i>) oui je vous donne la parole je finis juste ma phrase, c'est le genre de raisonnement qu'on aime bien utiliser aussi en maths, c'est à dire qu'on est coincé, on pense que c'est huit, on a quand même un argument pour dire que c'est au moins sept, on exploite à fond l'argument que c'est sept, on suppose que ça existe à sept et on montre qu'en fait ça n'existe pas, en supposant que sept existe, on montre une contradiction, c'est ce qu'on appelle une « preuve par l'absurde »
--------------	----------------	--

A la fin de cet extrait, le médiateur donne la parole à un élève :

MàM - Expert	E. 0:43:39	ça n'a peut-être aucun rapport mais après on voit qu'il y a un endroit où il y a pas de piège non plus au centre
	ME.	là ? (<i>en montrant une des combinaisons dessinées</i>) oui
	E.	et c'est heu...
	ME.	donc là ce dessin il dit que non seulement il faut huit mais que toute solution à huit n'a aucun piège dans le centre
	E.	là ça le fait quand c'est impair

	ME.	ola attendez, ça c'est une autre considération, quand vous regardez les solutions qu'on connait il n'y a pas de piège au centre donc dans le groupe qui avait trouvé rapidement ça ce que je leur avait demandé, ils ne sont pas arrivés au bout mais en faisant ce genre de raisonnement, d'essayer de montrer qu'il n'y avait pas d'autres solutions que celle-ci, à rotation près, là ça ne change pas, celle-là on voit que bon, ils n'y sont pas arrivés donc ça reste une question ouverte, ok, bon très bien, je pense que c'est bon, on se revoit après les vacances
--	-----	--

L'analyse des interactions en classe entière montre que la conduite de la séance est sous l'entière responsabilité du médiateur expert. L'enseignant se tient à l'écart et n'intervient pas lors des temps de consignes et de mises en commun. En définitive, l'enseignant comme les élèves ne sont pas associés au compte-rendu des solutions trouvées par les groupes. En ce sens, nous pouvons dire que le débat n'est pas favorisé. Nous discuterons ce résultat à la lumière de l'analyse réalisée par les médiateurs novices.

1.2.2. Responsabilités confiées aux médiateurs novices

Contrairement à l'atelier animé par le médiateur expert, l'enseignant présent dans la classe des médiateurs novices est très actif. Ce dernier intervient à plusieurs reprises pour réguler les interactions en classe entière et gérer l'organisation des groupes. On note d'abord qu'il intervient dans chacun des groupes en début de séance pour rappeler la constitution des ilots et assigner un rapporteur à chacun d'eux. Il introduit ensuite la séance en demandant aux élèves de rappeler le contenu de la séance précédente. Pendant ce temps, les médiateurs distribuent le matériel.

MâM - Novice	P. 0:00:50	donc vous regardez pendant qu'on vous distribue le matériel on va vous expliquer ce sur quoi on va travailler aujourd'hui, c'est important de se reconcentrer sur le travail, donc est-ce que quelqu'un peut résumer ce qui a été fait la dernière fois ?
-----------------	---------------	---

Cet extrait montre que l'enseignant associe les élèves au rappel de la séance. Il dessine au tableau un ensemble de quadrillages (représentant les plateaux de jeu) et sollicite les élèves pour rappeler leurs solutions. Il termine ce temps de rappel par les questions restées en suspens à la fin de la séance précédente. Une fois le rappel terminé, l'enseignant introduit le problème du jour pendant que les médiateurs restent en retrait. Les médiateurs sont toutefois sollicités pour compléter puis reformuler après lui le problème.

MâM - Novice	P. 0:03:35	Alors aujourd'hui on a un point d'arrivée qui est différent du point de départ (<i>il note en même temps la consigne au tableau</i>), donc par exemple on part d'ici (<i>fait une croix dans une case</i>) le départ puis (<i>fait une croix dans une autre</i>) alors c'est A et B, heu je crois c'est ça (<i>en regardant le médiateur 1</i>)?
	MN1.	oui.. ou croix et rond
	P.	croix et rond (<i>il efface et remplace</i>) et donc c'était la même idée est-ce qu'on peut y aller en passant par toutes les cases ?
	E.	non
	P.	bah je sais pas, c'est une question qu'on vous pose
	MN1.	l'idée c'est un peu comme la dernière fois, vous avez des tableaux différents à chaque fois et il faut que vous arriviez à voir si vous pouvez ou non arriver au point de départ jusqu'au point d'arrivée et est-ce que, si jamais vous changez de point c'est possible aussi, si ça marche aussi, d'accord ? alors vous pouvez commencer

On relève que l'enseignant conserve la responsabilité d'introduire le problème et que les médiateurs sont présents pour l'assister. À la fin de la séance, le temps de synthèse est mis en œuvre par le médiateur 2, mais une fois de plus à l'initiative de l'enseignant :

MâM - Novice	P. 0:43:20	s'il vous plait (<i>l'enseignant frappe dans ses mains</i>) vous écoutez maintenant ce qui se passe là-bas, on va faire la synthèse de tout ce qu'on a fait aujourd'hui
	MN2.	je vais commencer par poser des questions à ceux qui avaient des tableaux de huit
	P.	ça serait bien que tout le monde écoute

Durant toute la durée de la mise en commun, les élèves sont sollicités pour exposer les solutions obtenues dans leur groupe. L'enseignant intervient à plusieurs reprises pour faire des relances lorsque les élèves ne répondent pas aux médiateurs. Les solutions d'élèves sont notées au tableau au fur et à mesure par le médiateur 2. Nous précisons que les interventions de l'enseignant visent uniquement ici à réguler les interventions des élèves, il n'intervient pas sur le contenu même de la séance. Ce partage relativement strict des responsabilités (i.e., l'enseignant se charge d'introduire le problème, le médiateur 2 de faire la mise en commun) semble avoir fait l'objet d'une coordination préalable.

MâM - Novice	MN2 0:47:57	donc si vous remarquez bien, quel est le point commun entre tous les cas de figure ? par rapport au point d'arrivée et par rapport au point de départ et aux couleurs des cases ? (<i>plusieurs élèves lèvent le doigt, il en désigne un</i>) oui ?
	E.	bah il y a toujours une case noire et une case blanche
	P.	(<i>la sonnerie retentit</i>) non vous attendez
	MN2.	sur un plateau qui est pair, les cas qui marchent ont une case noire (<i>il l'écrit au tableau</i>) et une case blanche et si on déroge à cette règle est-ce que ça marche ou pas ?

E.	non
MN2.	voilà, les autres cas ça ne marche pas, il n'y a que ce cas où ça marche, sur les plateaux impair, oui ?
E.	deux cases noires ça marche
MN1	et ?
MN2.	et les autres ça ne marche pas [...]
MN2. 0:51:18	qui peut me donner une idée pourquoi ça marche et ça marche pas, pourquoi ça marche si on prend deux cases blanches et pourquoi ça marche pas si.. Oui ? (...) Il y a plus de cases blanches que de cases noires et il reste combien de cases blanches ?
P.	on vous a posé une question, Medhi c'est pas en regardant là-bas que...

Les propositions, différentes en fonction de la taille du plateau des groupes, sont toutes rédigées au tableau par le médiateur 2. Le médiateur 1 n'intervient que ponctuellement à la fin du temps collectif pour compléter le compte rendu.

1.2.3. Différences de gestion des ateliers

La façon d'animer les ateliers, quant à la répartition des rôles tenus par chacun des acteurs, est très différente d'une classe à l'autre. Alors que les différentes étapes de la séance (Rappel - Présentation problème - Travail en groupes - Mise en commun) sont communes aux deux ateliers, la responsabilité déléguée aux médiateurs diverge. Le Tableau 19 résume les principaux éléments de distinctions relevés dans la gestion des ateliers.

Tableau 19. Résumé des éléments distinctifs dans la conduite des ateliers

<i>Éléments de distinctions</i>	Atelier	Atelier
	M. Expert	M. Novices
Responsabilité du savoir déléguée	totale	partagée
Participation des élèves aux temps collectifs	non	oui
Introduction de nouveaux éléments de savoirs	oui	non

Tout d'abord, nous pouvons supposer que la place occupée par l'enseignant semble s'adapter en fonction de l'âge des élèves et/ ou du statut du médiateur. Il est en effet possible que l'enseignant en présence de médiateurs novices, plus jeunes et moins expérimentés, choisisse de conserver la responsabilité du savoir dans sa classe. Nous avons vu qu'il fait figure d'autorité dans la gestion des tours de parole comme dans la

présentation des consignes organisationnelles. Le fait que le médiateur expert soit plus âgé et qu'il anime l'atelier auprès de lycéens peut expliquer ces différences de gestion. Néanmoins, l'absence d'intervention de l'enseignant présent dans son atelier questionne. Un biais méthodologique peut en être la cause, l'effet caméra étant susceptible de provoquer une inhibition de ses interventions. Il est également possible que le médiateur expert ne lui offre pas l'opportunité d'intervenir et de contribuer à la production des savoirs. Nous remarquons en effet qu'il ne le sollicite ni dans le compte-rendu des propositions d'élèves, ni dans la présentation du problème.

Ensuite, la contribution des élèves dans les temps collectifs diffère. Les élèves du médiateur expert ne sont pas sollicités pour rappeler la séance précédente, ni pour mettre en place un débat argumenté autour de leurs propositions. Le médiateur se charge de mettre en place un résumé magistral des procédures identifiées dans les différents groupes en vue d'introduire les notions d' « optimum local » et de « preuve par l'absurde ». A *contrario*, les médiateurs novices, comme l'enseignant associé, construisent intégralement les temps collectifs à partir des interventions des élèves. C'est à ces derniers de rappeler le stade d'arrivée atteint par la classe lors de la séance précédente, d'énoncer les difficultés rencontrées et de formuler leurs solutions. La parole des élèves est ainsi mise en avant pour favoriser les échanges d'arguments. Cette compétence, liée à la communication des résultats, ne semble pas être visée par le médiateur expert. Nous notons par contre que, sur le plan des savoirs, aucune notion n'est introduite dans cet atelier. Seul un exposé des solutions trouvées est mis en place. Il est cependant difficile de caractériser précisément les objectifs poursuivis dans cette séance spécifique puisque les ateliers se poursuivent sur plusieurs séances. Nous allons maintenant nous focaliser sur le contenu des interactions identifiées au sein du groupe observé.

2. La gestion et le contenu des interactions avec le groupe observé

Dans cette section, nous analysons la nature des feedback dispensés par les médiateurs au sein du groupe d'élèves sélectionné. Nous intégrons à cette analyse les interactions du groupe avec l'enseignant présent. Ses interventions sont à considérer dans la mesure où elles sont tout autant susceptibles de contribuer à la régulation de l'activité des élèves. Le choix du groupe s'est fondé sur les mêmes critères que pour notre étude principale, à

savoir que ce choix est délégué à l'enseignant à partir de sa connaissance du niveau scolaire des élèves et de leurs capacités de communication.

Nous commencerons par présenter l'analyse du contenu des interactions à partir des indicateurs génériques d'évaluation formative. Cette première étape nous permettra d'identifier les stratégies mobilisées, à la fois par l'enseignant et par les médiateurs, pour réguler l'activité des élèves. C'est ensuite à partir de la cartographie complète des processus codés que nous sélectionnerons des extraits significatifs en vue de les analyser.

2.1. Stratégies d'évaluation formative

Nous présentons les stratégies d'évaluation formative codées pour chaque séance. Nous utilisons les mêmes indicateurs d'évaluation construits pour la précédente étude afin d'obtenir une cartographie des différents contenus d'interaction qui ont pris part entre les élèves et les différents acteurs de la situation. Nous précisons d'ores et déjà qu'aucune interaction n'a été identifiée entre l'enseignant présent dans l'atelier du médiateur expert et le groupe d'élèves. Nous discuterons ce résultat dans la suite du développement.

La Figure 40 présente la durée totale d'encodage de chacun des indicateurs, en incluant les stratégies mises en œuvre lors des temps collectifs. La première barre horizontale présente les indicateurs d'évaluation mis en œuvre par le médiateur expert, la seconde ceux identifiés dans la classe des médiateurs novices.

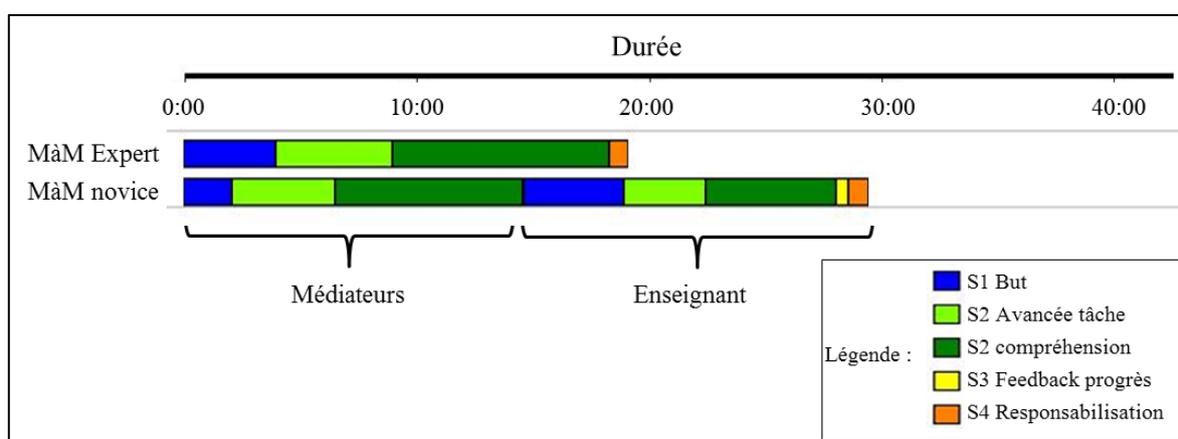


Figure 40. Répartition de la durée d'encodage de chaque indicateur d'évaluation formative pour les deux ateliers

Cette figure présente le découpage des indicateurs codés se répartissant entre l'enseignant et les médiateurs novices. Comme précisé, cela n'est pas représenté pour la séance du médiateur expert puisque l'enseignant n'intervient pas dans le groupe observé.

Nous relevons un nombre plus important de stratégies dans la séance des médiateurs novices. La majorité des modalités d'évaluation vise à cibler le niveau de compréhension des élèves pour la tâche demandée, suivi par le stade d'avancée et le rappel des buts. Ces trois mêmes indicateurs sont identifiés dans la séance des médiateurs novices, et ces derniers se répartissent à peu près équitablement entre les acteurs. On constate que l'enseignant rappelle néanmoins plus fréquemment les buts que les médiateurs novices. L'indicateur de feedback de progression n'est quant à lui identifié que chez l'enseignant, aucun des médiateurs, novices comme expert, ne semble en dispenser. Voici un extrait de cette stratégie mise en place par l'enseignant avec le groupe d'élèves :

MâM - Novice	E3. 0:19:20	En fait monsieur c'est dur de réfléchir avant pour heu trouver si celui-là si ça va marcher
	P.	ah bah réfléchir c'est pas toujours évident, enfin trouver la réponse c'est jamais évident hein après faut essayer de, faut pas réfléchir à là, tout de suite, est-ce que ça va marcher ou pas, là ce que tu as mis là c'est bien, il faut s'aider de ça, là tu mets une case départ, une case arrivée et vous regardez si vous pouvez faire le chemin ou pas d'accord ?

La stratégie liée à la responsabilisation des élèves est identifiée chez ce même enseignant, ainsi que chez le médiateur expert, mais pas chez les médiateurs novices. Nous pouvons supposer que cette stratégie, au regard des acteurs qui la mobilisent, ait un lien avec l'expertise. En effet, certaines de leurs interactions indiquent qu'ils visent, mais de façon parcimonieuse, à suivre les initiatives des élèves et à les responsabiliser.

Enfin, la stratégie de valorisation des échanges au sein des groupes est absente des processus identifiés dans les deux ateliers. Le graphique complet, présenté en annexe 15, indique que cette stratégie est identifiée uniquement lors des temps collectifs pour l'atelier des médiateurs novices. Il apparaît assez surprenant que les interventions ne visent pas explicitement, pour aucun des intervenants, à placer les élèves comme des ressources à part entière pour leurs pairs. Notre analyse révèle en effet qu'il ne leur est jamais demandé d'argumenter entre eux lorsqu'un des médiateurs ou enseignant est présent dans le groupe. Toutes les interactions prennent la forme de questions/réponses entre le médiateur/enseignant et les élèves.

Nous allons creuser ces éléments de description en précisant davantage notre grain d'analyse. Nous allons maintenant nous focaliser sur le contenu des interactions intervenant spécifiquement au sein du groupe d'élèves filmé.

2.2. Etude des épisodes interactionnels

Dans cette sous-section, nous mobilisons la cartographie globale des processus codés pour les deux ateliers (Annexes 14 et 15 pp.369-370) afin de sélectionner des extraits significatifs. Ce graphique nous permet de repérer les moments d'interactions du groupe avec l'enseignant et/ou les médiateurs, puis de sélectionner ceux pour lesquels l'activité de régulation des élèves est manifeste au regard du nombre d'indicateurs présents. Nous commençons cette analyse avec la séance du médiateur expert, puis nous poursuivons avec celle des médiateurs novices avant de les discuter conjointement.

2.2.1. Interactions médiateur expert / groupe

Le premier extrait sélectionné se situe au début du travail de groupe. Le médiateur est déjà intervenu une première fois pour voir où les élèves en sont restés la séance précédente. Après avoir relevé une solution à huit pièges, il leur demande d'approfondir leur recherche pour trouver une solution à sept. Les élèves sont particulièrement agités ce qui conduit le médiateur à intervenir de nouveau dans le groupe à peine 5 minutes après sa première intervention :

MàM - Expert	ME. 0:17:11	alors c'est sept ou huit ?
	E4.	c'est sept, on ne peut pas
	E2.	c'est huit on n'a pas trouvé, mais ça existe ou pas ?
	ME.	bah à vous de me le dire
	E2.	mais vous vous ne savez pas la réponse ?
	ME.	non moi je ne sais rien
	E4.	vous ne savez rien ?
	E2.	vous avez fait à combien vous ?
	ME.	ouh à cinq
	E4.	cinq !
	ME.	non mais vous savez que c'est pas possible
	E1.	huit c'est déjà maximum
	ME.	mais alors donc vous vous pensez que c'est plutôt huit que sept d'accord donc là vous avez deux preuves (<i>en regardant la feuille de note</i>) vous avez une solution à huit, donc ça ça veut dire que vous ne pensez pas pouvoir l'améliorer par contre là vous avez une preuve qui dit que c'est pas six, donc c'est au moins sept, peut-être que ça vous pouvez l'améliorer
	E3.	ouais mais là on voit pas
	ME.	ah il faudrait peut-être essayer de chercher
E1.	mais elles sont trop malignes les taupes	

	E3.	non mais regardez en diagonales
	E2.	ah bah oui après la taupe elle peut se plier
	ME.	peut-être que ça vous pouvez l'améliorer, essayez (<i>il repart</i>)

Dans cet extrait, on voit que le médiateur peine à recentrer l'attention des élèves. Il tente de les mettre au défi mais les élèves se déconcentrent. Les propositions d'amélioration faites par le médiateur sont assez vagues et, une fois le médiateur parti, les élèves parlent d'autres choses et se chamaillent le plateau. En considération du bruit fait par le groupe, l'enseignant, jusqu'alors en retrait, se déplace en direction de la table. Ce dernier n'intervient pas verbalement alors que les élèves sont en recherche de validation :

MàM - Expert	0:21:10	(<i>l'enseignant s'approche et pose ses mains sur la table</i>)
	E3.	monsieur c'est huit, c'est au moins huit, au plus, on a trouvé huit là donc voilà
	E4.	on ne peut pas il y a que huit... (<i>en regardant l'enseignant</i>) (<i>l'enseignant part sans rien dire</i>) bon bah c'est bon on a fini
	E3.	monsieur ? (<i>en direction du médiateur</i>)

Les élèves expriment leur solution à l'enseignant mais ce dernier ne répond pas. Son absence d'intervention conforte notre idée selon laquelle la responsabilité du savoir, ici la complexification des questions, est sous l'entière responsabilité du médiateur. Une fois l'enseignant parti, les élèves se tournent vers le médiateur afin qu'il valide leur réponse. Le médiateur revient dans le groupe et leur propose alors une autre question :

MàM - Expert	ME. 0:22:50	je vais vous poser une question de matheux
	E1.	de quoi ? (<i>rires</i>)
	E4.	il ne sait pas ce que c'est (<i>rires</i>)
	ME.	bah c'est généralement pas une question que l'on se pose quand on va faire ses courses [...] donc là effectivement vous avez réussi à en placer huit, donc ça dit que sept c'est pas possible
	E4.	mais c'est sûr ou ?
	ME.	et vous avez une solution à huit donc le minimum
	E2.	deux solutions à huit
		oui mais au moins une pour dire que, ça ça dit que le minimum est inférieur à huit, ça qu'il est supérieur ou égal à huit, donc on a l'égalité d'accord, alors je vous ai promis une question de matheux, là on a trouvé deux types de solutions et puis bon bah quand j'ai regardé dans les groupes je me suis promené et j'ai vu effectivement que ces deux types de solutions donc une question qui me titille maintenant c'est est-ce qu'il en existe d'autres ? est-ce qu'on peut trouver d'autres solutions à huit ?
	E4.	je pense
ME.	et bien alors allons-y (<i>il repart</i>)	

On relève dans cet extrait qu'au moment où le médiateur intervient dans le groupe, les élèves ne semblent finalement pas complètement sûr de la conjecture pour laquelle le minimum de pièges est 8 (i.e., « mais c'est sûr ? »). Le médiateur explicite alors l'existence de preuves trouvées par le groupe, et celles d'autres groupes, avant de leur poser une nouvelle question. Malgré ce nouvel objectif, les élèves ne se lancent pas directement dans la tâche. Le médiateur revient 3 minutes plus tard pour les relancer. Il constate que les élèves ne savent pas comment procéder et décide alors de les guider :

MâM - Expert	ME. 0:27:44	alors ça, vous me dites quand vous cherchez vous allez pas partir d'un angle et puis vous finissez par aboutir à une solution c'est ça que vous me dites mais à la fin ce que vous me présentez c'est la solution
	E3.	oui
	ME.	donc que vous commenciez par là ou par là ça change rien... donc il y a des solutions où on commence par un angle mais par exemple celle-ci (<i>en montrant une solution sur la feuille de note</i>) elle n'a pas d'angle, celle-ci elle a un angle, donc je vous rappelle la question, c'est d'essayer de montrer que c'est unique, bon quand on tourne hein unique par rotation, bon ça c'est symétrique donc ça ne change pas mais celle-là il y a en quatre donc peut-être ce que vous pouvez montrer c'est que si vous commencez par un angle, pardon, pas commencer (<i>rire</i>) si vous en mettez un dans un angle, alors forcément vous aboutissez à cette solution, ça peut-être un point de départ et après vous avez le deuxième cas, c'est aucun des angles
	E3.	c'est la même
	ME.	d'accord et vous pouvez avancer petit à petit comme ça hum ? j'essaie de vous donner un moyen de procéder quoi

Le médiateur leur propose explicitement une piste de procédure. Il va rester ensuite avec le groupe jusqu'à la 33^{ème} minute. Il commente leurs solutions et les incite à argumenter. Toutefois, cette argumentation se réalise entre le médiateur et les élèves, ces derniers ayant à prouver leur raisonnement au médiateur (et non à leurs camarades) :

MâM - Expert	E3. 0:32:46	si là on fait on fait carré et ben il y en a déjà un
	ME.	oui
	E3.	et là si on prend ce carré-là bah il n'y en a pas
	ME.	je n'ai pas compris ce que tu as dit
	E3.	heu... imaginons qu'on a qu'une ligne de deux sur cinq si on prend que les carrés comme ce carré il y en a un là, ce carré il y en a un là, ce carré il y en a un là
	ME.	oui mais la propriété du 1 ça ne marche que pour les carrés qui sont au bord, c'est à cause de ça, ça ne marche pas pour les carrés qu'il y a ici, le carré qui est ici, tu vois par exemple le carré qui est ici, si je regarde cette solution, il en a deux

E3.	ouais
ME.	mais peut-être qu'on peut faire des quarts parce que celle-là, si je prends cette taupe-là, on sait qu'il n'est pas là, il est là ou là, on peut faire deux cas, soit il est là, soit il est là, si tu montres qu'il y a pas de solution en mettant ici d'accord, ça va t'obliger à mettre ici et puis par symétrie à mettre ici
E3.	ou sinon on commence par mettre à coté
ME.	pour pouvoir avancer ... bah par l'autre côté tu vas être obligé de refaire des quarts
E2.	oui mais après ça va refaire ça
E3.	non mais ça paraît logique enfin
ME.	bah ça paraît logique mais il faut transpirer quoi, tout à l'heure ça paraissait logique que tu ne pouvais pas faire mieux que huit pardon tu étais capable de montrer que sept jusqu'à tu arrives ici où tu n'étais pas sûr, d'accord, et bien là ce que je demande c'est d'être sûr de ne pas pouvoir faire mieux que ça
E3.	bah là si je le mets là c'est bon
ME.	oui mais attends, quand tu mets là, là pour l'instant t'as rien de forcé, bon je vais aller les voir (<i>le groupe d'à côté qui appelle</i>) mais par contre tu peux utiliser le pavage parce que là si tu fais ça, ça, ça et ça, ça te fait quatre nouveaux, t'en a quatre ici, ça fait huit ça veut dire que ces quatre là sont vides et du coup, là t'as une taupe, là je suis allé un peu vite mais... (<i>il part</i>)

Cet extrait correspond au dernier temps d'échanges entre le médiateur et ce groupe. Il aura duré presque 7 minutes et il se termine à peine 2 minutes avant la mise en commun en classe entière. Finalement, le médiateur aura été particulièrement présent dans ce groupe qui semble éprouver des difficultés pour rester concentré. Ces élèves semblent particulièrement dépendants du guidage du médiateur pour maintenir leurs efforts. Le médiateur, qui semble percevoir cette caractéristique du groupe, leur consacre au total 13 minutes 30 sur les 30 minutes du temps de travail en groupe. Les échanges d'arguments se réalisent essentiellement envers le médiateur qui n'incite pas les élèves à argumenter entre eux.

2.2.2. Interactions enseignant/ médiateurs novices -groupe

A la différence de l'atelier précédent, l'enseignant est présent tant dans les temps collectifs qu'individuellement dans les groupes. Durant toute la durée de la séance, il intervient régulièrement pour gérer les conflits, distribuer le matériel manquant (i.e., surligneurs, règles) et rappeler les consignes de conduite de classe. La représentation graphique complète (annexe 15) indique qu'il est également très présent dans le groupe observé.

Le médiateur 1 est le premier à intervenir dans le groupe observé, il leur rappelle l'objectif :

MâM - Novice	MN1. 0:4:47	alors vous choisissez un point de départ (<i>il prend un pavé et le place dans un coin en haut à gauche</i>) et un point d'arrivée qu'on va ...je vais, allez, vous en chercher un pour faire le point d'arrivée et vous essaieriez de faire le chemin, ça marche ?
	E4.	oui
	MN1.	(<i>le médiateur part chercher un pavé jaune puis revient</i>) donc à vous de choisir votre point de départ et d'arrivée, on vous a mis des couleurs pour que vous arriviez mieux à vous repérer
	E4.	là (<i>il place la case jaune</i>)
	E1.	oui oui là
	E3.	non mais c'est facile là
	E2.	bah tant mieux
	MN1.	et n'oubliez pas de marquer à chaque fois hein quand vous avez des ... quand vous avez une solution vous ... alors là ça fera un point de départ et un point d'arrivée, il y a déjà deux traits qui partent, ça c'est le point de départ, ça c'est le point d'arrivée et vous avez déjà deux, une ligne qui commence ici et une ligne qui commence là (<i>il part dans un autre groupe</i>)

Quelques minutes plus tard, l'enseignant intervient dans le groupe. Il les observe puis leur rappelle l'importance de noter leurs propositions. Il part ensuite leur chercher une règle pour tracer des quadrillages et revient les observer. Il constate par la suite que les élèves peinent à dessiner les combinaisons testées sur leur feuille. Il prend alors presque six minutes pour leur dessiner un ensemble de quadrillages. Pendant que l'enseignant les dessine, il s'assure que les élèves comprennent l'objectif et leur propose une procédure :

MâM - Novice	P. 0:16:12	tu as un crayon Yamina ? je vais vous faire des grilles comme ça donc heu donne-moi un stylo, c'est sept fois sept hein votre quadrillage c'est ça ? (<i>commence à tracer des grilles</i>) alors votre intuition c'est qu'il y en a qui sont possibles et il y en a qui ne le sont pas, alors ce que je vous propose en fait, comme vous en êtes au niveau de l'intuition, parfois ça marche, parfois ça marche pas, qu'est-ce qu'on va vous demander de faire en fait ?
	E3.	bah trouver une solution à (inaud.) est-ce que si on déplace celui-là// est-ce que tout va marcher//
	E2.	//bah savoir si nos intuitions elles sont bonnes//
	P.	voilà, on vous demande d'être capable d'expliquer quand est-ce que ça va marcher et quand est-ce que ça ne va pas marcher du coup la seule chose que je vous propose c'est d'essayer là-dessus (<i>les quadrillages</i>) de mettre quand ça marche et quand ça marche pas dans des colonnes différentes

À la suite de cet extrait, l'enseignant reste encore avec le groupe jusqu'à la 23^{ème} minute. Le médiateur 1 vient voir le groupe à deux reprises alors que l'enseignant est

toujours présent. Lorsque les élèves s'interrogent sur les stratégies qu'ils mettent en œuvre, nous remarquons qu'ils sollicitent l'enseignant et non pas le médiateur. À certains moments, les remarques ou questions du médiateur sont même ignorées :

MàM - Novice	MN1. 0:22:24	(M1. <i>s'assoit sur la table d'en face et les observe</i>) alors est-ce que ça marche là ? (<i>les élèves ne répondent pas et continuent leur pavage</i>) c'est quoi là ? (<i>pas de réponse</i>)
	E1.	attends prends le point de départ
	P.	donc là vous avez une configuration où ça marche encore, tu peux la mettre en dessous, le départ était en bas
	E4.	et là si on change ça marche
	P.	attends, il faut vraiment lui laisser le temps de noter les parcours parce qu'une fois que vous les effacez, vous pouvez plus réfléchir, et le point d'arrivée c'est ici, et donc le parcours il fait ça, allez, vous pouvez essayer heu.. y a un moment que vous n'y arrivez pas ça peut être intéressant de savoir pourquoi

Cet extrait témoigne de l'importance accordée aux remarques de l'enseignant par les élèves, sa parole étant davantage considérée par rapport à celle du médiateur. Pour ces jeunes élèves, l'enseignant semble donc conserver la figure d'autorité pour valider leurs réponses.

Dans la suite du travail de groupe, nous avons relevé un problème de cohérence entre les volontés exprimées par l'enseignant et celles du deuxième médiateur (MN2). En effet, aux alentours de 30 minutes, les interventions de l'enseignant se destinent à faire comprendre aux élèves la nécessité de noter toutes les combinaisons testées pour leur permettre ensuite d'identifier des régularités. L'enseignant vise donc à leur insuffler avant tout une démarche. Les régularités qui doivent être inférées par les élèves sont relatives au positionnement des points de départ et d'arrivée. À ce moment-là, les élèves ne sont pas encore en mesure de le découvrir en raison du peu d'essais à leur actif. Une intervention du médiateur 2, qui n'est pas encore intervenu dans ce groupe, modifie considérablement leur avancée. Ce dernier tente de récapituler les combinaisons des élèves. Il annonce, par erreur, les réponses à plusieurs combinaisons que les élèves n'avaient pas encore vérifiées, puis il induit fortement la conjecture en les faisant réfléchir sur un cas particulier :

MàM - Novice	MN2. 0:34:03	ça a donné quoi ici ? (<i>pas de réponse</i>) attendez, vous avez fait, vous avez essayé quels cas de figure ? (<i>pas de réponse</i>) alors montrez-moi les points de départ et les points d'arrivée
	E4.	là et là
	MN2.	alors un point de départ ici un point d'arrivée ici et là ça a marché... ensuite vous avez essayé quels cas ?
	E1.	bah non ça ne marche pas

MN2.	ça ça a marché ?
E4.	on a fait ça, comme ça (<i>montre le chemin avec son doigt</i>)
MN2.	attends montre-moi juste ça regarde, vous n'avez pas fait ça en fait (<i>en regardant leur schéma</i>) vous avez fait ça (<i>il change l'emplacement des points départ/arrivée</i>)
E4.	en fait c'est la même chose
E2.	Celui-là il marche (<i>en plaçant les carrés en coin comme au départ</i>) ok ? ensuite vous avez essayé ça (<i>un dans chaque coin</i>) là ça a encore marché
E4.	non pas ici
MN2.	bah si il est là (<i>en montrant le schéma de la feuille</i>)
E3.	non ça c'est ce qu'on voulait faire
MN2.	vous avez essayé ça (<i>replace à nouveau les points</i>) là ça a marché ?
E2.	et on en avait fait un autre qui a marché
MN2.	il n'y a pas un truc qui se répète à chaque fois que vous faites, vous n'avez pas remarqué un truc qui se rapporte
E3.	si c'est souvent la même chose
MN2.	ah non c'est pas les zigzag mais par rapport aux positions des points de départ et des points d'arrivée
E2.	toujours en face
E4.	ah non il n'y a pas de suite en fait, après ça il n'y a rien d'autre
MN2.	non il y a un autre truc, vous n'avez pas remarqué par rapport
E2.	faut pas changer les pièces
MN2.	si je fais ça (<i>il change les pièces d'arrivée et de départ en les éloignant des angles</i>)
E2.	ils sont tous sur les cotés
MN2.	essayez de faire ça et vous voyez si ça marche encore (<i>il part</i>)
E4.	ah ils doivent être au bout en fait non ?
E3.	tous ceux qu'on a fait ils marchent en fait ?

À la fin de cet extrait, les élèves comprennent que leurs deux essais étaient corrects (ils ne semblaient pas en être sûrs) ainsi que ceux qu'ils avaient seulement envisagés de réaliser. On relève donc un décalage entre les volontés de l'enseignant et celles du médiateur. Pour l'enseignant, il s'agissait d'aider les élèves à mettre en place une procédure de résolution : « Ce que vous pourriez faire par exemple c'est juste heu au niveau de la notation, des prises de notes que vous prenez, vous regardez ici et puis vous faites un schéma d'une situation pour laquelle vous n'arrivez pas à le faire » (0:30:45). Le médiateur, n'ayant pas suffisamment pris d'informations sur l'état actuel des élèves, saute cette étape et leur demande d'extraire directement des régularités. Or, il apparaît clairement que les élèves n'ont pas produit suffisamment d'essais (ils n'ont testé que deux configurations) pour les percevoir. On note d'ailleurs que le médiateur leur donne les réponses de combinaisons qu'ils ont dessinées mais pas encore testées. Même si,

à plusieurs reprises, les élèves signifient que ça ne marche pas, le médiateur ne considère pas leurs réponses et enchaîne trop rapidement les explications pour que les élèves réagissent. Ainsi, ces derniers ne semblent pas encore prêts à déduire les régularités liées au positionnement de leurs points de départ et d'arrivée, de fait, ils ne comprennent pas pourquoi le médiateur déplace les points des angles du plateau.

Après le départ du médiateur, les élèves semblent perdus et se désengagent :

MàM - Novice	E2. 0:34:21	mais pourquoi on fait comme ça, regarde on met une pièce là et l'autre là
	E1.	mais laisse où il a mis !
	E3.	mais c'est lui (MN2) qui l'a dit
	E4.	oui c'est lui qui l'a dit alors laisse
	E2.	mais après on fait comme ça, on tourne autour tac tac tac et on arriverait là
	E1.	olala pfff (<i>ils se disputent puis parlent d'autre chose</i>)

Il faut attendre la 37^{ème} minute pour que les élèves testent le cas donné par le médiateur 2. Les élèves réalisent ensuite d'autres configurations mais entrent rapidement en conflit pour se répartir les tâches. L'élève E2 se plaint de n'avoir pas suffisamment de temps pour noter les configurations et les autres se chamaillent le plateau. Les disputes se terminent par l'abandon de l'élève E2.

L'enseignant intervient une dernière fois dans le groupe à la 42^{ème} minute. Le médiateur 2 le rejoint peu de temps après mais n'intervient pas.

MàM - Novice	P. 0:40:41	vous avez eu une idée ou pas ?
	E3.	oui mais en fait ça marche pas notre idée
	E2.	moi j'ai voulu les décoller et eux ils ont voulu les coller
	P.	oui mais bon l'idée c'est pas coller et décoller, c'est, par rapport à ce qui est possible et pas possible
	E3.	non ça marche pas parce que là t'auras une case là, tu pourras pas faire comme ça
	P.	l'idée qu'on vous pose (<i>MN2 arrive dans le groupe et observe</i>) enfin la question qu'on pose (<i>il renverse les pièces du plateau</i>) c'est en gros est-ce que dès le départ vous pouvez me dire si on part de là (<i>il place le carré jaune sur un coin</i>) et on veut arriver là (<i>place le carré noir au coin opposé</i>) est-ce que c'est possible ?
	E1.	//on l'a fait
	E4.	on l'a déjà fait //
	P.	ça c'est possible ?
	E4.	oui
P.	d'accord et si je veux aller de là (<i>il change le placement de la pièce arrivée pour la coller à côté de la pièce départ</i>) à là est-ce que c'est possible ?	

E4.	j'en sais rien
P.	bon heu..(<i>regarde sa montre</i>) écoutez, on va faire la synthèse

À la fin de cet extrait, les élèves ne sont pas parvenus à émettre une conjecture. L'enseignant comprend que les élèves en sont encore à essayer de trouver un cas qui ne marche pas et il se décide à rappeler l'objectif en reprenant leurs essais. L'heure de la mise en commun arrive ce qui ne lui permet pas de terminer son intervention. Il regarde sa montre et annonce à la classe la synthèse collective.

Dans cette séance, nous relevons que les élèves ne sont pas non plus incités à argumenter entre eux. Les élèves interagissent entre eux essentiellement pour se mettre d'accord sur les différentes combinaisons à tester, et notamment sur l'emplacement des cases de départ/arrivée, mais pas directement sur les propositions de conjectures. Nous pouvons supposer qu'à la fin de la séance les élèves ne sont toujours pas au clair des régularités à observer.

2.2.3. Synthèse de l'analyse des épisodes interactionnels

Nous avons analysé des extraits d'interactions prenant part entre les médiateurs, l'enseignant et les élèves. Nous avons relevé un ensemble d'éléments distinctifs au regard de nos indicateurs d'évaluation formative. Nous les regroupons dans le Tableau 20.

Tableau 20. Résumé des modalités d'évaluation formative identifiées pour chacun des intervenants

	<i>Eléments de distinctions</i>	Atelier M. Expert	Atelier M. Novices
Evaluation formative	Explicitation des buts	oui	oui
	Evaluation de l'état actuel	oui	oui
	Feedback progression	non	partiel (enseignant seulement)
	Responsabilisation	oui	partiel (enseignant seulement)
	Valorisation des échanges / communication des résultats	non	partiel (en classe uniquement)

En premier lieu, nous notons une responsabilité du savoir partagée entre l'enseignant et les médiateurs novices, ce qui n'est pas le cas pour le médiateur expert. Nous avons suggéré un effet probable de l'âge et de l'expérience des médiateurs sur le rôle qui leur est

conféré. La suite de nos analyses indique que l’enseignant présent dans l’atelier des médiateurs novices maintient une forte implication dans ses interventions au sein des groupes, il constitue même l’interlocuteur privilégié du groupe observé (Tableau 21).

Tableau 21. Répartition des temps d’interactions entre les intervenants

<i>Organisation des interactions</i>	Atelier M. Expert	Atelier M. Novices
Médiateur(s)/classe	13:17	12:06
Médiateur(s)/groupe	13:24	04:08
Enseignant/classe	/	02:44
Enseignant/groupe	/	15:50

En second lieu, nous montrons que le groupe d’élèves du médiateur expert parvient à proposer des conjectures, alors que celui des médiateurs novices manque de temps pour y parvenir. Bien évidemment, une part développementale, due à la différence d’âge entre les sujets, est à considérer dans cet écart. Toutefois, nous suggérons que la multiplication des intervenants peut engendrer des difficultés de compréhension chez les élèves, voire freiner leur activité. Nous avons en effet noté que l’enseignant et les médiateurs qui interviennent à tour de rôle dans les groupes ne sont pas toujours au fait de l’avancée des élèves et des retours donnés par les autres intervenants. Des incohérences quant aux consignes données sont ainsi apparues selon ce que chacun voit du processus de recherche des élèves.

En troisième lieu, une autre distinction importante apparaît au niveau de la valorisation des échanges. Pour les deux ateliers, les élèves ne sont pas incités explicitement à argumenter entre eux lors du temps de travail de groupe. En revanche, dans l’atelier des médiateurs novices, la parole des élèves est mise en avant lors des temps collectifs et l’avancée se voit régulée en fonction de leurs arguments. Le médiateur expert privilégie pour sa part un compte rendu magistral du stade de résolution atteint par la classe sans que les élèves n’y soient associés.

Nous avons relevé un ensemble de distinctions sur la façon d’animer les ateliers et la gestion des interactions. Nous allons maintenant, dans une troisième et dernière sous-section, analyser les régulations identifiées au sein des groupes d’élèves observés.

3. Analyse de l'activité des élèves

Nous regroupons maintenant les données relatives à l'activité des élèves, à la fois en termes de processus cognitifs et d'engagement dans la tâche. Avant de décrire les résultats de ces deux catégories d'indicateurs, nous rappelons la différence d'âge entre les deux groupes d'élèves. Ceux de l'atelier conduit par le médiateur expert sont en classe de seconde (15-16 ans) et ceux des médiateurs novices sont en classe de 6^{ème} (11-12 ans). Même si la complexité des problèmes est adaptée à leur niveau scolaire, l'écart d'âge devrait produire des différences quant à la nature des processus identifiés. Nous tiendrons compte au mieux de ces aspects développementaux dans la description de ces processus.

3.1. Régulations cognitives

Tel que pointé dans la section précédente, les différents intervenants mobilisent un certain nombre de stratégies d'évaluation formative visant à expliciter les buts et évaluer l'état actuel des élèves en termes de compréhension et d'avancée dans la tâche. Le Tableau 22 présente la durée totale des processus identifiés à la fois chez les intervenants et chez les élèves en vue de les mettre en correspondance.

Dans ce tableau, nous présentons d'abord la durée d'encodage des modalités d'évaluation identifiées chez les intervenants uniquement lors des interactions avec le groupe d'élèves. Les durées correspondantes ne comprennent donc pas les stratégies mises en œuvre lors des temps collectifs. Nous indiquons à la suite les processus d'autorégulation identifiés pour le groupe d'élèves filmé.

Tableau 22. Mise en correspondance des stratégies d'évaluation formative dispensées par les intervenants dans chaque groupe avec les processus d'autorégulation des élèves

<i>Modalités d'évaluation formative</i> (en minutes: secondes)	Atelier	Atelier	
	Expert	Novices	
	ME	MN	P
Explicitation des buts	01:55	01:10	03:04
Etat actuel - Avancée tâche	00:43	01:45	00:52
- Compréhension	08:43	03:45	03:49
Feedback progression	00:00	00:00	00:30
Responsabilisation	00:47	00:00	00:59

<i>Régulations cognitives élèves :</i>	Groupe élèves ME	Groupe élèves MN
Buts/sous buts de l'activité	00:02	00:50
Etat actuel	-Avancée tâche	00:58
	-Compréhension	08:46
Stratégies de résolution	05:23	04:34

Nous observons d'abord que les modalités d'évaluation formative mises en œuvre par les différents acteurs se concentrent principalement sur l'état de compréhension des élèves. Les temps passés sur cette modalité sont en effet les plus nombreux et se répartissent de façon équivalente pour les deux groupes d'élèves. Par contre, on relève que les médiateurs novices se focalisent légèrement plus sur l'avancée des élèves dans la tâche que l'enseignant présent dans son atelier mais aussi que le médiateur expert. Nous notons également une quantité importante de régulations liées à cette avancée chez ces élèves, alors qu'elle est très réduite dans le groupe du médiateur expert.

Ensuite, nous voyons que les buts sont davantage explicités par l'enseignant et les médiateurs novices. Nous pouvons ainsi suggérer une adaptation des modalités mises en œuvre en lien avec l'âge des élèves. Il est en effet possible que les plus jeunes nécessitent un rappel plus fréquent des objectifs et de leur état d'avancée dans la tâche. Leur expérience scolaire étant plus réduite que des élèves de seconde, ils s'approprient peut-être moins facilement les objectifs et/ou perçoivent plus difficilement leur progression.

Enfin, nous retiendrons que le groupe d'élèves présent dans la classe du médiateur expert passe globalement plus de temps à produire des stratégies de résolution, notamment en regard du fait qu'il a été en activité de recherche moins longtemps et qu'il a bénéficié d'un temps de guidage réduit par rapport à l'autre groupe. Ce résultat peut être un effet de l'âge des élèves mais aussi de l'efficacité des feedback dispensés par les médiateurs. Un effet de l'expérience des intervenants pourrait alors être avancé au regard de la nature des modalités d'évaluation mises en œuvre. On relève d'abord que seul l'enseignant dispense des feedback de progression, cette variable est donc possiblement liée à l'expérience d'enseignement. Ensuite, comme nous l'avions relevé, seuls les médiateurs novices ne dispensent pas de stratégies destinées à responsabiliser les élèves. Cette modalité, qui consiste à intégrer leurs idées, à suivre leurs initiatives, à les rendre autonome dans leur

accès aux ressources, constitue pourtant un des objectifs principaux de la mise en œuvre de ces ateliers. La question de la formation dispensée aux médiateurs scientifiques peut alors se poser.

La Figure 41 présente maintenant la répartition des modalités de régulation des élèves pour les deux ateliers. On observe que le groupe d'élèves présent dans la classe du médiateur expert a régulé son activité de façon équivalente avec le médiateur et les pairs puis, dans une moindre mesure, avec le matériel de la situation.

Pour les élèves des médiateurs novices, les régulations qui prennent part avec les pairs sont moindres (26% contre 35%). Pour ce groupe d'élèves, l'enseignant et les médiateurs scientifiques représentent à eux deux 52 % des modalités de régulation. La présence importante des intervenants au sein de ce groupe s'est ainsi faite en défaveur des régulations entre les élèves dans le cadre d'échanges argumentés. Nous avons également pointé que l'enseignant était très interventionniste quant à la mise à disposition du matériel nécessaire pour l'avancée du groupe. C'est en effet lui qui prend l'initiative de construire des quadrillages pour faciliter la tâche des élèves sans que ces derniers n'en formulent explicitement la demande.

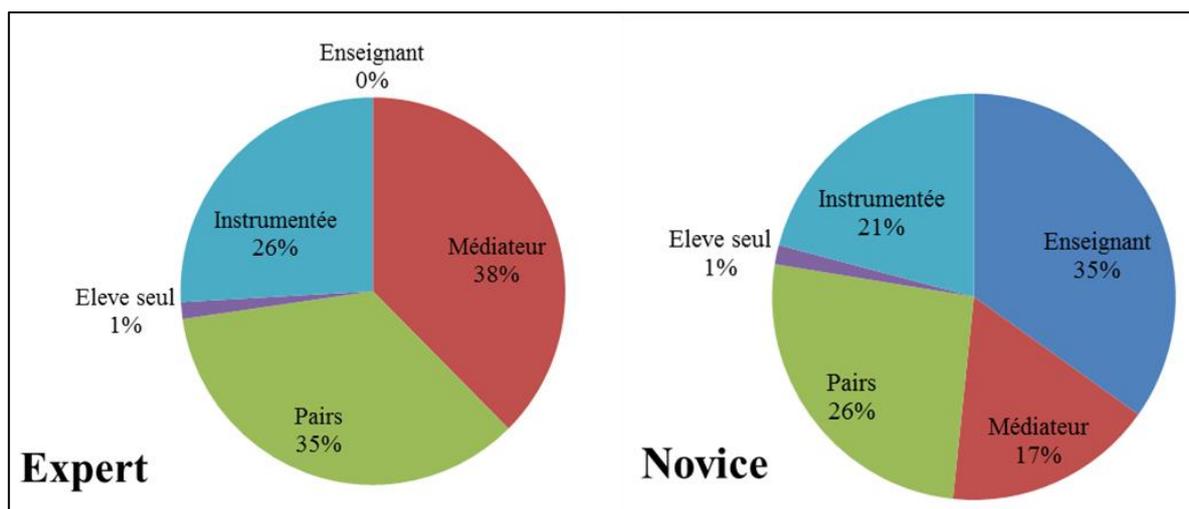


Figure 41. Répartition des modalités de régulations des élèves dans les deux groupes observés

Dans le tableau suivant, nous présentons le détail des modalités d'intervention des feedback, c'est-à-dire si les interventions dans le groupe se sont produites à la demande des élèves ou à l'initiative des intervenants (Tableau 23).

Tableau 23. Spécification de la provenance des feedback pour les deux groupes d'élèves

<i>Spécification feedback</i>	Atelier M. Expert	Atelier M. Novices
Initiative enseignant/médiateur	3	8
Demande élèves	4	2
Total	7	10

Nous relevons que le groupe observé dans la classe des médiateurs novices est finalement peu demandeur de feedback pour avancer. Ce résultat peut être expliqué par le nombre de médiateurs. En effet, la présence de trois intervenants dans cette classe, pour gérer au total six groupes, permet à chaque intervenant de consacrer un temps considérable à chacun des groupes, et ce, sans que les élèves n'en fassent explicitement la demande.

Finalement, même si les élèves du médiateur expert ont bénéficié d'un temps d'encadrement réduit par rapport à l'autre groupe, ils ont néanmoins consacré un temps plus important à produire des stratégies de résolution. Nous pouvons ainsi suggérer que la nature des régulations mises en place par le médiateur expert ait permis de favoriser ces stratégies. Toutefois, l'étude des épisodes interactionnels a mis en avant certaines difficultés rencontrées par ce groupe pour réguler son comportement. Nous explorons maintenant cette dernière composante à partir de nos indicateurs d'engagement dans la tâche.

3.2. Analyse de l'engagement dans la tâche

Nous présentons les résultats obtenus à l'issue du codage des temps d'attente et de déconcentration. Le Tableau 24 présente ces temps au regard de la durée totale du travail de groupes.

Tableau 24. Temps de désengagement par rapport à la durée totale du travail de groupe

<i>Indicateurs d'engagement</i>	Atelier Expert	Atelier Novices
Déconcentration	8:19	3:55
Attente	0:00	0:28
Attente feedback	0:20	0:05
Durée travail de groupe	30:34	38:43
% Temps d'inactivité	28,8%	11.5%

Le codage des indicateurs d'engagement atteste des difficultés rencontrées par les élèves du médiateur expert pour maintenir leurs efforts envers la tâche demandée. La durée de déconcentration observée pour ces élèves est importante en regard du fait que le médiateur ait été en interaction avec eux durant plus de 13 minutes, sur les 30 dédiées au travail de groupe (soit 44% du temps). Cela signifie que les élèves ont tendance à se désengager dès lors que le médiateur ne les accompagne plus.

Nous aurions pu nous attendre à une dépendance plus importante des élèves au médiateur chez les plus jeunes, en l'occurrence ceux de 6^{ème}, mais nos résultats contredisent cette attente. Ces derniers apparaissent finalement bien engagés dans la tâche en regard d'un temps total d'activité en groupe plus long. Cela reste cependant à nuancer avec la durée totale d'accompagnement. En effet, ces élèves ont été en présence de l'enseignant ou d'un médiateur plus longtemps (20 minutes) que l'autre groupe (13 minutes). En ce sens, ils avaient donc moins d'occasions d'être en attente de feedback et de faire autre chose qui ne soit pas en lien avec la tâche demandée.

Concernant les indicateurs de régulation motivationnelle et affective, seules des verbalisations liées à la perception de difficulté (quatre occurrences) et de facilité (deux occurrences) ont été relevées chez les élèves des médiateurs novices (cf. annexe 15). Ce résultat est d'autant plus étonnant que les élèves du médiateur expert sont ceux qui rencontrent le plus de difficulté pour réguler leur comportement. Cela signifie peut-être que ces élèves ne sont pas en difficulté par rapport à la tâche elle-même, mais seulement

pour maintenir leurs efforts. Dans cette perspective, nous pourrions penser que le faible engagement dont témoignent ces élèves soit la conséquence d'une faible utilité perçue pour la tâche, en raison notamment de son caractère non évalué sommativement.

4. Conclusion du chapitre IV

Dans ce chapitre nous avons cherché à caractériser des situations d'enseignement partenariales -les ateliers Maths à Modeler- en vue d'étudier leurs effets sur l'autorégulation des élèves. Plus précisément, nous avons analysé les interactions qui prennent part entre les élèves et les médiateurs scientifiques en vue d'identifier la façon dont les élèves perçoivent et acceptent les feedback qui leur sont adressés.

Nos résultats indiquent un partage variable des responsabilités entre le(s) médiateur(s) et l'enseignant. Plusieurs caractéristiques peuvent expliquer cette variabilité : le caractère contrôlant de l'enseignant ou du médiateur, l'âge et l'expérience de ces derniers, ou encore le niveau scolaire des élèves. De fait, en fonction des situations, les élèves ne bénéficient pas des mêmes interventions et régulent différemment leur comportement.

Nous avons pointé une première différence qui modifie la posture tenue par les médiateurs en fonction des classes : l'âge des élèves. Nous avons vu que, chez les jeunes élèves (11-12 ans), la parole de l'enseignant est celle qui prédomine sur celle du médiateur. Cette différence est probablement couplée au profil plus ou moins contrôlant de l'enseignant qui, dans certains cas, conserve la responsabilité de la gestion de la classe. Nous avons par exemple relevé que les élèves privilégiaient la validation de leurs réponses par l'enseignant plutôt que par les médiateurs. Nous ne pourrions dire si l'absence d'intervention (i.e., consigne, cadrage, gestion de classe, présentation du problème, mise en commun) de la part de l'enseignant présent dans l'autre l'atelier (i.e., médiateur expert) est le fruit d'un accord consenti, d'un partage implicite des responsabilités, ou d'une caractéristique personnelle. Plusieurs questions restent alors en suspens ; le médiateur expert prend-t-il trop de place ? La parole de l'enseignant est-elle inhibée par le style du médiateur ? Son désengagement est-il le reflet d'un manque d'expérience dans ce type d'enseignement ? Nous ne pouvons nous prononcer sur ce point. Quoiqu'il en soit, ces caractéristiques semblent impacter l'activité des élèves. Le groupe filmé dans l'atelier du médiateur expert n'a bénéficié d'aucun guidage de la part de l'enseignant. Ainsi, pour ce groupe, nous n'avons pas pu discerner les différences d'acceptation des feedback en

fonction du statut des intervenants. En revanche, pour le groupe d'élèves ayant reçu un guidage à la fois de la part des deux médiateurs novices et de leur enseignant, un certain déséquilibre a été observé. En effet, nous montrons que le médiateur, lorsqu'il est en présence de l'enseignant, n'est pas considéré par les élèves. S'agit-il d'un problème d'autorité lié à leur statut d'étudiant ? De leur âge inférieur à celui de l'enseignant ? Ou encore d'un manque de coordination avec l'enseignant dans la répartition des rôles ?

La seconde distinction majeure se situe au niveau du nombre d'intervenants auxquels sont confrontés les élèves sur le temps d'une séance. Dans l'atelier du médiateur expert, le suivi de l'avancée des élèves est assuré par un seul interlocuteur dans le groupe. En revanche, pour l'autre atelier, nous avons pointé les difficultés rencontrées par les élèves face à la multiplication des intervenants. Nous avons mis en lumière des incohérences au niveau des consignes qui sont données lorsque les différents intervenants ne sont pas au fait de l'avancée des élèves. Ce résultat nous conduit à soulever l'importance d'une nécessaire coordination entre les acteurs, sans quoi les objectifs formulés sont susceptibles d'entrer en contradiction.

L'ensemble de ces éléments sera discuté dans le chapitre suivant.

Chapitre V - Discussion des résultats et perspectives pour une application pratique

Dans ce dernier chapitre, nous discuterons les réponses que nous pouvons apporter aux questions de recherche exposées dans la première partie de cette thèse (Partie A, chapitre V). Nous commencerons par rappeler les principaux résultats obtenus, en distinguant les enjeux empiriques des enjeux méthodologiques. Nous exposerons ensuite les limites de la présente recherche et tracerons des perspectives d'amélioration. La confrontation de nos résultats avec ceux des recherches déjà menées dans le domaine nous conduira à mettre en avant des leviers pour combiner efficacement l'évaluation formative à l'activité d'investigation. Il nous sera alors possible de proposer des pistes d'application pratique et de fixer ainsi les apports de cette recherche pour la formation des enseignants.

1. Réponses aux questions de recherche et discussion des résultats

Nous commençons par développer les réponses, parfois partielles, aux questions traitées dans cette thèse. Nous les avons formulées d'après deux plans que nous exposons successivement : le plan empirique et le plan méthodologique.

1.1. L'enjeu empirique

Sur le plan empirique, des questions spécifiques aux deux études que nous avons menées ont été formulées : celles relatives à l'étude principale, laquelle a été conduite avec des enseignants de sciences et de mathématiques, et celles relatives à l'étude complémentaire, conduite avec des médiateurs scientifiques de la structure fédérative Maths à Modeler.

1.1.1. Etude principale

L'objectif poursuivi dans notre étude principale était de dégager les pratiques d'évaluation formative favorables à l'autorégulation des apprentissages des élèves dans le cadre des démarches d'investigation. Afin d'apprécier l'effet de différentes pratiques d'évaluation, nous avons profité d'un dispositif de Formation-recherche (le LéA EvaCoDICE) permettant de comparer différentes situations d'enseignement. Ces situations sont caractérisées par la mise en œuvre d'une même séance d'enseignement à deux années consécutives, mais convoquant des pratiques d'évaluation formative différentes. C'est à partir de l'analyse des variations de modalités d'évaluation que nous avons cherché à identifier leurs effets sur les comportements d'autorégulation des élèves.

Nos résultats montrent que les élèves placés dans une situation d'évaluation formative élaborée, caractérisée par les pratiques d'enseignement mises en œuvre lors de la deuxième année d'observation, font preuve d'une autorégulation plus efficace de leur comportement. Cette efficacité est d'abord appréciée par la mise en place d'un nombre plus important de processus d'autorégulation et d'un temps passé à produire des stratégies de résolution plus conséquent. D'autre part, le comportement des élèves témoigne lui aussi d'une meilleure régulation motivationnelle et affective ainsi que d'une mobilisation plus diversifiée des ressources pour conduire l'activité proposée. Ces résultats rejoignent ceux des recherches conduites par Zimmerman et Martinez-Pons (1990) dans la mesure où les élèves autorégulés recourent effectivement plus facilement à la recherche d'aide en échangeant avec leurs pairs, en posant des questions à l'enseignant, en mobilisant la variété de ressources matérielles à leur disposition. De fait, lors de la deuxième année d'observation, le rôle de l'enseignant comme acteur principal de l'impulsion des régulations est moindre, ce qui révèle une gestion plus autonome des apprentissages par les élèves.

La mise en œuvre d'une évaluation élaborée s'est traduite par une mobilisation plus diversifiée des modalités d'évaluation formative. Plus précisément, les stratégies 4 et 5, liées respectivement à la responsabilisation des élèves et à la valorisation des échanges, prennent une place plus importante dans les pratiques évaluatives des enseignants. L'accès aux ressources, qu'elles soient sociales ou matérielles, est ainsi favorisé.

Les modalités d'évaluation élaborées révèlent également une évolution relativement homogène des pratiques des enseignants, en particulier pour les stratégies 1 et 2. Par exemple, la mise en œuvre de la stratégie 1, relative à l'explicitation des buts, se réduit considérablement chez les enseignants qui la mobilisaient beaucoup lors de la première année (i.e., P1 et P4) et elle augmente pour ceux qui la mobilisaient peu (i.e., P3). Quant à la mise en œuvre de la stratégie 2, relative à l'évaluation de l'état actuel des élèves, elle se voit elle aussi modifiée. Les enseignants différencient le type d'informations recueillies en fonction des objectifs poursuivis et de l'anticipation des difficultés d'élèves. C'est ainsi que nous pouvons dire que l'efficacité des modalités d'évaluation élaborées se traduit par une répartition plus équilibrée dans l'usage des différentes modalités d'évaluation. Ces résultats suggèrent que ce n'est pas tant la quantité de stratégies mobilisées qui détermine

l'efficacité de l'évaluation formative, mais bien davantage leur nature et leur articulation cohérente aux activités.

Nous validons ainsi notre hypothèse selon laquelle les enseignants qui promeuvent la responsabilisation des élèves dans la conduite de leur activité, à travers l'utilisation combinée d'outils à la fois formels et informels d'évaluation, conduit à une plus grande diversification des ressources mobilisées par les élèves pour mener de façon efficace et responsable leur activité. Cependant, au regard des tâches et des modalités d'évaluation mises en œuvre, certaines s'étant révélées plus porteuses pour les apprentissages que d'autres, ces résultats doivent être nuancés.

Nous avons relevé que la tâche mathématique générait un nombre plus important de stratégies de résolution que la tâche de SPC, en considération de l'écart de durée des séances. Aussi, nous avons montré que la tâche mathématique produisait un plus grand nombre d'affects négatifs que les autres tâches. Ces résultats laissent supposer une nécessaire adaptation des modalités d'évaluation formative en fonction des tâches et des objectifs afférents. Les séances de mathématiques visent une responsabilisation des élèves relative à l'élaboration concertée de procédures en vue de résoudre le problème donné. Les savoirs notionnels font seulement, dans ce cas, l'objet d'un réinvestissement et non d'un apprentissage en soi. Pour les séances de sciences expérimentales étudiées, les processus d'évaluation et d'autorégulation en jeu diffèrent du fait que les procédures soient données. Les enseignants visent l'apprentissage de la démarche scientifique par les élèves, laquelle doit permettre d'aboutir à la construction de nouveaux éléments de savoirs. Par conséquent, les modalités d'évaluation formative mobilisées pour soutenir l'autorégulation des apprentissages doivent être articulées en fonction des objectifs poursuivis et des savoirs visés. Cette approche de l'évaluation formative, qui implique de prendre en considération les savoirs enseignés et les processus d'apprentissage des élèves, rejoint les propositions déjà énoncées par Allal, Bain et Perrenoud (1993) pour penser l'articulation entre la didactique et l'évaluation.

Nous avons mis en avant le fait que la majorité des enseignants avait modifié la façon d'introduire les critères d'évaluation et le tableau de progression, mais que cela ne s'accompagnait pas toujours de régulations associées chez les élèves. Cela suggère que des améliorations peuvent encore être apportées dans la façon d'intégrer formellement

l'outil d'autoévaluation à l'activité d'investigation. Le séquençage du tableau d'autoévaluation en fonction des étapes de l'activité constitue une piste prometteuse à ce niveau. De telles stratégies, identifiées chez l'enseignante 4 (cf. chapitre III, pp.215-221), ont en effet soutenu l'autorégulation des élèves en cours d'activité par rapport à cet outil. Son utilisation n'est alors plus limitée à clôturer la séance, en tant qu'étape indépendante de l'investigation. Si nous suivons Cosnefroy (2011), s'autoréguler consiste à développer un regard critique sur son propre fonctionnement, regard qui permet de juger le travail accompli et de déterminer s'il est nécessaire de changer le fonctionnement mis en œuvre. Ainsi, l'importance de l'outil d'autoévaluation tient au fait qu'il rende possible une auto-analyse permettant d'apporter des ajustements au niveau de son activité. Il apparaît de fait plus cohérent d'inciter les élèves à amorcer une réflexion critique sur ce qu'ils font au fur et à mesure de leur avancée afin qu'ils aient les moyens de réguler leur comportement de manière proactive. Dans cette perspective, et au regard des préconisations déjà énoncées par Allal (2010), le support d'évaluation aura d'autant plus d'impact qu'il permettra aux élèves de confronter leurs résultats et fera l'objet de discussions sur la façon de l'utiliser.

En définitive, même si nous notons une meilleure répartition de l'utilisation des modalités d'évaluation, nous pensons que ces pratiques gagneraient à se répartir entre elles de façon encore plus équilibrée. En outre, certaines modalités se révèlent sous-représentées par rapport à d'autres ; c'est notamment le cas pour l'évaluation de l'état actuel des élèves par rapport à l'outil d'autoévaluation, pour le feedback de progression et pour la valorisation des échanges au sein des groupes. En nous référant aux principes développés par Nicol et Macfarlane-Dick (2006) pour soutenir l'autorégulation des apprenants, ces trois modalités pourraient être développées de concert. Les auteurs arguent que le feedback doit fournir de l'information qui aide l'élève à comprendre sa performance d'une part, et, de l'autre, à s'autocorriger au regard de la perception de l'écart entre ses intentions et ses résultats. Ainsi, il doit être relié aux buts, aux standards ou aux critères de réussite. Les enseignants pourraient alors s'appuyer sur les outils formels d'évaluation (i.e., grille de compétences, tableau de progression, livret personnel de compétences, livret scolaire) pour aider les élèves à percevoir l'écart au but et permettre le développement d'une réflexion sur leur autoévaluation. La valorisation des échanges sur l'apprentissage au sein des groupes pourrait ainsi intervenir dans le cadre d'activités de co-évaluation ou de co-construction des critères.

1.1.2. *Etude complémentaire*

Dans notre étude complémentaire, nous nous intéressons aux effets que produisent, sur l'autorégulation des élèves, des situations d'enseignement partenariales en mathématiques, ces dernières étant caractérisées par la présence de médiateurs scientifiques dans la classe. Nous avons posé l'hypothèse selon laquelle la présence de différentes sources de régulations sociales, les médiateurs et l'enseignant, modifierait la nature des interactions entre les élèves ainsi que la perception qu'ils ont de l'activité pour leurs apprentissages. Nos résultats révèlent des aspects intéressants qui se nuancent en fonction du statut des médiateurs scientifiques.

D'abord, l'étude des phases organisationnelles a montré que le partage des responsabilités entre l'enseignant et les médiateurs se différencie. L'analyse des deux ateliers indique que la responsabilité du savoir est partagée entre l'enseignant et les médiateurs pour l'un, alors qu'elle est intégralement détenue par le médiateur expert pour l'autre. Ces distinctions, relatives au rôle tenu par chacun, semblent déterminer en partie la façon dont les élèves reçoivent ensuite les feedback qui leur sont adressés. Lorsque la responsabilité est partagée (i.e., atelier des médiateurs novices), la parole de l'enseignant est celle qui est d'abord considérée. Ce résultat semble étroitement lié à l'âge des élèves, les plus jeunes ayant probablement tendance à maintenir la représentation de l'enseignant comme la figure principale d'autorité. De la même manière, l'âge des médiateurs est susceptible d'influencer ce résultat. La question de la coordination préalable quant aux responsabilités de chacun se pose.

Ensuite, nous avons montré que la prise en considération de la parole des élèves est très variable. Dans l'atelier des médiateurs novices, les temps collectifs sont entièrement construits à partir des réponses et des réflexions des élèves. Ces temps mettent ainsi l'accent sur la participation active des apprenants et la compétence de communication des résultats par oral. Dans l'atelier du médiateur expert, les temps collectifs sont mis en œuvre de façon magistrale afin d'introduire des savoirs et les élèves ne sont pas associés au compte rendu des propositions. De fait, les compétences visées dans les deux ateliers ne sont pas les mêmes. Nous ne pouvons déterminer s'il s'agit d'une adaptation liée au niveau scolaire des élèves ou si ce n'est que la résultante d'un style d'enseignement qui varie en fonction des caractéristiques individuelles des médiateurs.

Nous avons identifié, pour les deux ateliers, un nombre important d'indicateurs d'autorégulation chez les élèves. Ils sont essentiellement focalisés sur l'évaluation de leur compréhension, leur avancée dans la tâche et la mise en œuvre de stratégies de résolution. L'absence d'enjeu académique semble favoriser une régulation de leur comportement détachée d'une quelconque pression évaluative puisque aucun indicateur lié à l'anxiété ou à l'enjeu évaluatif n'est identifié. En contrepartie de cette absence d'enjeu, l'engagement dans la tâche se révèle plus difficile à maintenir. Nos résultats témoignent de difficultés rencontrées par les élèves pour rester engagé dans la tâche, notamment lorsqu'ils ne sont pas en présence d'un intervenant. Tel que souligné par Cosnefroy (2011), une faible utilité perçue, un manque d'intérêt pour la tâche ou encore l'ennui sont susceptibles de générer des comportements de désengagement ou de distraction. Nos résultats confirment ce constat.

Les situations d'enseignement étudiées apparaissent comme étant globalement porteuses pour la régulation des apprentissages des élèves du fait de la mise à disposition d'une plus grande diversité de ressources sociales. Cependant, l'étude des épisodes interactionnels a mis en lumière une difficulté liée à la gestion de ces ateliers. C'est d'abord la multiplication des intervenants au sein des groupes qui est susceptible de freiner l'appropriation des buts par les élèves. Nous avons montré que si les médiateurs ou l'enseignant ne sont au fait ni de l'avancée des élèves, ni des objectifs formulés par le précédent intervenant dans le groupe, alors des incohérences peuvent survenir et provoquer des effets délétères sur la régulation motivationnelle et affective des élèves. D'autre part, la fréquence des interventions au sein des groupes ne nous permet pas de dégager d'élément en faveur d'une meilleure régulation avec les pairs ou les outils matériels de la situation. En somme, peu d'autonomie est laissée aux groupes pour chercher les ressources dont ils ont besoin pour avancer. Contrairement à ce que nous pouvions attendre, la gestion des interactions s'est caractérisée par une dialectique prenant la forme de questions-réponses entre le médiateur/enseignant et les élèves. Ainsi, nous ne pouvons conclure à plus grande responsabilisation des élèves pour chercher les ressources nécessaires à leur avancée ou pour définir les prochaines étapes de résolution. Ces résultats corroborent les constats de Osborne et al., (2004) quant à une domination des interactions essentiellement monologiques, voire transactionnelles, en salle de classe.

Les différences quant aux rôles tenus par chacun des intervenants que nous avons recensées dans la conduite des ateliers, ne nous ont finalement pas permis d'identifier en quoi ces médiateurs sont susceptibles de modifier la nature des interactions entre les élèves. Nous avons noté que l'argumentation entre ces derniers n'était pas favorisée du fait qu'elle prend essentiellement part entre les élèves et le médiateur ou l'enseignant. La justification des arguments auprès des intervenants ne favorise donc pas une réelle coopération entre les élèves, alors que nous savons son importance, tant sur le plan cognitif que motivationnel, dans la réalisation des tâches complexes (e.g., Buchs, Lerhaus, & Crahay, 2013 ; Zohar & Nemet, 2002). Kuhn (1991) suggérait aussi l'importance de mettre en place un contexte dans lequel les discours argumentatifs sont incités et l'interaction élève-élève encouragée. Le fait que le médiateur expert n'engage pas les élèves dans la formulation d'arguments valides lors des temps collectifs ne favorise pas le développement de ces compétences ni les moyens d'améliorer leurs connaissances et leur compréhension du sujet (Zohar & Nemet, 2002). La mise en place de formations spécifiques, à destination des médiateurs, sur la régulation des apprentissages des élèves et les feedback efficaces pourrait être envisagée.

1.2. L'enjeu méthodologique

L'enjeu méthodologique de cette recherche reposait sur deux objectifs complémentaires. Le premier est relatif à la mise au point d'une méthodologie de recueil permettant d'analyser les processus étudiés. Le second, qui découle du premier, concerne la construction d'indicateurs d'analyse spécifiques à nos variables d'intérêt et identifiables en situation écologique de classe. La mise au point de ces indicateurs repose en grande partie sur notre cadre théorique. Nous commençons par discuter les choix méthodologiques relatifs aux données que nous avons collectées, avant de discuter nos indicateurs d'évaluation et d'autorégulation.

1.2.1. La méthode de recueil

Le premier enjeu méthodologique concerne la mise au point d'une collecte de données fondée sur l'observation. Nous avons fait le choix de nous focaliser sur l'analyse de comportements *in situ* qui permettent de s'affranchir des limites soulevées par la relative subjectivité des mesures auto-rapportées (cf. Partie A, chapitre II). En termes de procédure, le choix des enregistrements vidéo s'est réalisé en considération des avantages associés à ces données. Il s'agit plus spécifiquement de la permanence de l'information

(Tiberghien & Sensevy, 2012), laquelle s'est révélée particulièrement utile pour effectuer des allers-retours entre la vidéo et les cadres conceptuels mobilisés, et de la prise en compte des comportements non-verbaux qui fournissent des informations indispensables à la compréhension des processus en jeu.

La focalisation sur l'étude des comportements nous confronte cependant à d'autres obstacles, directement liés aux inférences que nous produisons. L'interprétation des comportements souffre nécessairement d'une part d'arbitraire puisque nous ne pouvons accéder aux processus internes. Tel que souligné dans notre revue de littérature, une utilisation combinée de mesures d'observation et d'auto-confrontation nous permettrait d'aboutir à des interprétations possiblement plus fidèles des processus effectivement impliqués (Veenman, 2012). Il s'agirait alors d'articuler les inférences issues des analyses vidéo à ce que l'élève rapporte, lors d'un entretien, avoir fait ou voulu faire. Cela dit, collecter d'autres données pourrait générer d'autres biais, ne serait-ce que pour trancher entre l'observé et le rapporté.

Comme décrit dans la partie méthodologie, nous avons cherché à asseoir la validité de nos analyses sur la systématisation du recueil des processus observés. Nous avons mobilisé un logiciel d'analyse vidéo nous permettant de procéder à un codage aussi précis que possible des comportements étudiés. Ce logiciel nous a permis d'organiser nos données filmiques, puis de les analyser en considération d'un découpage rigoureux mené à partir d'indicateurs d'analyse. Ces indicateurs, construits à la lumière des théories et de nos données empiriques, visaient à rendre notre approche qualitative systématique. Nous discutons de ces indicateurs en question dans la section suivante.

1.2.2. *Les indicateurs d'évaluation formative*

Un des objectifs centraux poursuivi dans cette thèse visait l'élaboration d'une classification générique des pratiques d'évaluation formative. Nous avons d'abord défini un ensemble d'indicateurs d'évaluation à partir de considérations théoriques. Nous nous sommes appuyée sur les cinq stratégies de Wiliam (2010 ; Lealy et al., 2005 ; Wiliam & Thompson, 2007) pour définir nos catégories d'indicateurs. Trois de ces catégories (i.e., S1, S2 et S5) ont trouvé des déclinaisons permettant de préciser les actions des enseignants. Les indicateurs afférents se sont révélés suffisamment robustes pour caractériser les pratiques évaluatives.

Plus précisément, en distinguant l'explicitation des buts de celle des critères d'évaluation, la spécification de la stratégie 1 nous a permis de dégager des effets différenciés sur la régulation des apprentissages des élèves en fonction de leur proportion respective. Nous avons ainsi relevé que la majorité des enseignants explicitent fréquemment les buts de l'activité lors de la première année mais que cela ne s'accompagne pas nécessairement d'une explicitation des attentes et des enjeux. Cette distinction qualitative s'est révélée déterminante pour la compréhension de leurs pratiques évaluatives. Manifestement, tous les enseignants intègrent un outil formel d'évaluation à leur activité, mais les visées de cet outil pour l'apprentissage des élèves ne font pas toujours l'objet d'une présentation explicite.

De la même façon, la distinction des différentes sources d'informations recueillies par les enseignants sur l'état actuel des élèves (i.e., stratégie 2) s'est révélée décisive pour dégager les objectifs qu'ils poursuivent. En fonction des tâches, l'évaluation des connaissances préalables des élèves sera plus ou moins nécessaire pour réguler l'enseignement. En mathématiques par exemple, nous avons montré que l'anticipation des difficultés des élèves avait conduit les enseignants à se focaliser sur la compréhension qu'ils ont du problème en tout début de séance.

Enfin, la distinction opérée entre la valorisation des échanges au sein de la classe et au sein des groupes a permis de mettre en lumière des déséquilibres entre ces deux spécifications. Nous avons en effet montré que les enseignants ont plus de facilités à mettre en avant les pairs en tant que ressources à part entière lors des échanges en classe entière, mais peu lors des travaux de groupes.

Deux stratégies n'ont pas été déclinées. D'abord, la stratégie 3, relative au feedback de progression. Celle-ci s'est trouvée peu représentée. Il est possible qu'elle soit plus difficile à identifier que les autres dans la mesure où elle fait suite à des allers-retours entre l'évaluation de l'état actuel des élèves et les buts, et qu'elle se caractérise généralement par une brève interaction qui vient clôturer l'échange sur ce qu'il reste à faire. Nous avons aussi pointé le fait que cette stratégie était davantage mobilisée par les enseignants de mathématiques. Un lien avec la nature de la tâche elle-même peut donc être envisagé. Les étapes données dans les séances de sciences étant linéaires, il se peut que les feedback prospectifs aient potentiellement moins d'opportunités d'émerger.

La stratégie 4 liée à la responsabilisation n'est également pas déclinée. Au regard de l'exploitation de nos données, nous suggérons, *a posteriori*, qu'elle peut être précisée. Nous aurions en effet pu envisager une distinction entre les actions visant à intégrer les idées des élèves (en listant les propositions d'élèves au tableau par exemple), à suivre leurs initiatives (en utilisant leurs propositions pour réfléchir à un protocole) et à favoriser leur accès aux ressources (en donnant la possibilité de mobiliser les ressources matérielles dont ils ont besoin). Ainsi, au moins trois déclinaisons auraient pu nous permettre d'obtenir des informations complémentaires sur la façon dont se distinguent les modalités d'évaluation ordinaires et élaborées ainsi que leurs effets différenciés sur les processus de régulation des élèves.

En définitive, la nécessité d'un grain d'opérationnalisation plus fin émerge. Des améliorations, liées à une plus grande spécification des indicateurs, pourraient encore être apportées afin d'accroître la qualité informative de chacune des catégories. Néanmoins, notre volonté était d'aboutir à une classification générique des pratiques d'évaluation formative. Ces manques sont donc à nuancer avec le caractère exploratoire de notre méthodologie pour interpréter les processus interactionnels. En outre, regrouper ces indicateurs dans des catégories plus globales, dans une visée compréhensive, ne réduit pas leur pertinence théorique d'un point de vue informatif. Ils nous permettent de nous inscrire dans une approche transversale, au niveau *méso*, pour comprendre les phénomènes en jeu à la fois au sein d'une même discipline et entre les disciplines.

1.2.3. *Les indicateurs d'autorégulation des apprentissages*

Nous avons fait le choix de conceptualiser les processus cognitifs d'autorégulation en nous appuyant sur le modèle de Carver & Scheier (1999). Nous sommes partie des trois éléments centraux qui conditionnent l'autorégulation des comportements : la perception du but, l'évaluation de l'état actuel et les stratégies qui visent à réduire l'écart perçu entre ces deux premiers états. Les indicateurs relatifs à l'évaluation de l'état actuel des élèves, déclinés en fonction de ce sur quoi porte l'évaluation, se sont révélés, tout comme ceux relatifs aux buts perçus, pertinents pour comprendre leur activité. L'apparition répétée d'un de ces indicateurs, ainsi que les allers-retours entre les deux, nous ont renseignée sur la visée des régulations mises en place et les obstacles éventuellement rencontrés.

La qualité informative de l'indicateur relatif aux stratégies de résolution est, pour sa part, plus nuancée. En fonction des tâches, les stratégies ne sont pas de même nature et pourraient donc être appréhendées distinctement. Nous pourrions, à l'avenir, envisager d'opérationnaliser de façon plus précise ces stratégies en mobilisant par exemple les indicateurs développés par Grangeat (1999). L'auteur a proposé trois indicateurs pour caractériser le type de stratégies mises en œuvre : l'anticipation, l'adaptation et l'appréciation. Cette spécification permettrait de distinguer les stratégies qui relèvent d'une planification explicite des procédures d'effectuation (i.e. anticipation), de l'ajustement des procédures prévues à l'aide des résultats intermédiaires de l'action (i.e., adaptation) et de l'évaluation, par le sujet, de la pertinence des procédures qu'il a employées (i.e., appréciation). Nous avons connaissance de ces indicateurs lors de la construction de notre grille d'analyse, mais nous avons choisi de ne pas les mobiliser afin de maintenir un certain équilibre avec les autres catégories. Par ailleurs, puisque nous visions l'élaboration d'une grille d'analyse transversale aux disciplines, nous avons fait le choix de conserver un grain d'analyse assez large.

L'indicateur relatif aux stratégies d'apprentissage nous a quant à lui permis d'accéder à des informations pouvant être à la fois imputables aux caractéristiques des élèves et aux pratiques d'enseignement. Bien qu'il soit très peu représenté, cet indicateur fournit néanmoins des données intéressantes sur des compétences d'autorégulation plus générales et détachées de l'activité en question. Le fait qu'il apparaisse uniquement chez les élèves de l'enseignante 3 suggère un lien avec sa pratique d'enseignement ; elle promeut sans doute une réflexion sur les stratégies d'apprentissage, lesquelles se dégagent ensuite dans les interactions entre les élèves et la régulation de leurs comportements.

Concernant les indicateurs de régulation motivationnelle et affective, ils ont été en partie construits à l'issue de l'exploration de nos données. Après avoir recensé les différents comportements et verbalisations d'élèves témoignant de leur engagement dans la tâche, nous sommes parvenue à l'élaboration de trois grandes catégories d'indicateurs identifiables en situation : les attitudes, les émotions et les perceptions. Ces catégories ne sont bien évidemment pas exhaustives, elles peuvent être enrichies en les confrontant à d'autres données et en les ajustant à d'autres disciplines, contextes, élèves. Les indicateurs construits reflètent néanmoins une réalité que nous avons observée et ils en résumant l'essentiel.

Certains de ces indicateurs nous ont permis d'inférer des informations sur le degré d'engagement des élèves dans les tâches. Nous avons considéré les temps de déconcentration et d'attente pour nous permettre de caractériser le temps de travail effectif passé sur la tâche. Pour les autres indicateurs, il s'est révélé plus pertinent de comptabiliser les occurrences d'apparition en raison de leur format. Ces indicateurs interviennent en effet le plus souvent sous la forme d'une très courte interaction ne dépassant pas une poignée de secondes. L'addition de ces temps ne permettait donc pas, à notre sens, de décrire de façon précise et cohérente ces variables.

Nous savons que l'autorégulation implique de se fixer des buts qui soient correctement calibrés, et que leur définition dépend de variables cognitives, métacognitives et motivationnelles (Cosnefroy, 2011). Cette recherche pourrait être prolongée en contrôlant les facteurs qui influencent l'engagement dans le processus d'autorégulation. Afin de compléter notre batterie d'observation, nous pourrions envisager, en amont de l'activité, de contrôler un ensemble de variables susceptibles d'affecter la quantité d'efforts fournis et plus largement leur autorégulation, telles que les perceptions de compétences et l'intérêt suscité par la tâche (e.g., Eccles, 1983 ; Cosnefroy, 2011 ; Pintrich & De Groot, 1990). Nous savons que s'engager dans une tâche constitue un coût (Eccles, 2005) et que l'effort se situe au cœur de l'autorégulation (Boekaerts, 1997). De la même façon, la fonction majeure de l'apprentissage autorégulé est de fournir des réponses appropriées aux perturbations qui mettent en péril l'apprentissage (Cosnefroy, 2011). Ainsi, des mesures réalisées par questionnaires ou par entretiens avant le commencement de l'activité nous permettraient d'aboutir à un profil d'apprenant que nous pourrions ensuite confronter aux processus d'autorégulation identifiés par observation lors de l'exécution d'une tâche. Au regard de nos résultats, au moins trois facteurs devraient être mesurés.

D'abord, l'utilité perçue pour la tâche ou la discipline qui se réfère à sa fonction pour le futur (Eccles, 1983). L'influence de cette variable réside dans le fait qu'une tâche ou une matière peut être valorisée par un individu, même si elle n'est pas jugée intéressante en soi, car elle facilite l'atteinte de buts futurs considérés comme importants (Berger, 2015). L'utilité perçue aura donc un impact sur la quantité d'efforts fournis.

Ensuite, la perception de ses propres compétences. Comme le souligne Berger (2015), cette variable revêt une importance particulière dans l'étude de la motivation à apprendre. La perception de compétence est à considérer en ce qu'elle influence les affects et l'orientation motivationnelle (Harter, 1995, 1999). Les recherches montrent en effet que le profil motivationnel de l'élève dans une discipline donnée s'appuie fortement sur l'évaluation qu'il fait de ses compétences pour réussir dans celle-ci. Le jugement porté sur sa compétence aura alors des répercussions sur de multiples aspects de son fonctionnement : les choix d'activité, l'intérêt, les efforts fournis ou encore la persévérance face aux obstacles (e.g., Bouffard-Bouchard & Pinard, 1988 ; Harter, 1992).

Enfin, une mesure d'anxiété-trait (Spielberger, 1966) nous permettrait d'interpréter plus adéquatement les comportements identifiés lors de certaines séances (e.g., séances des enseignantes 1 et 3). Nos indicateurs, qui révèlent des manifestations d'états anxieux lors de la réalisation de la tâche (i.e., anxiété-état : « ça me stresse », « c'est noté sur combien ? », « ça va compter dans les bulletins ? »), pourraient être contrôlés par un questionnaire qui mesure la propension des élèves à être anxieux (i.e., anxiété-trait). Veenman, Kerseboom et Imthorn (2000) ont montré qu'une partie des élèves présentaient un déficit de production dans les tâches mathématiques à cause de leurs états anxieux. Ainsi, même s'ils possèdent les compétences métacognitives nécessaires pour réaliser la tâche, leur état affectif est susceptible d'altérer leur application et leur performance. Une mesure de la prédisposition des élèves à manifester des états anxieux permettrait alors de moduler notre interprétation des comportements en fonction du profil d'anxiété dégage.

2. Limites de la recherche

Plusieurs limites générales à notre recherche peuvent être formulées. Celles-ci relativisent la contribution de nos résultats à différents niveaux.

Le premier niveau est relatif au dispositif dans lequel nous sommes impliquée pour tester les hypothèses de notre étude principale. Ce dispositif nécessitait un travail didactique sur chacune des séances d'enseignement sélectionnées. Les aménagements didactiques apportés, conjoints à l'action de formation, nous confrontent à la difficulté de démêler les effets propres de l'évaluation formative de ceux de la modification des tâches. Un moyen de contourner cette limite aurait été de focaliser la formation sur les modalités d'évaluation formative et de conserver un contenu d'enseignement identique lors des deux

années. Or, selon notre présupposé de départ, il n'est pas envisageable de mettre en place un dispositif de formation qui ne s'accompagne pas d'une articulation cohérente avec les contenus d'enseignement. Cela serait surtout contraire à notre ancrage épistémologique qui défend une nécessaire mise en adéquation des modalités d'évaluation avec le type de tâche donné. Ainsi, dans le cadre de cette thèse, le parti a été pris d'analyser des situations d'enseignement différentes sur ces deux dimensions, évaluation et tâche, en étant consciente des difficultés interprétatives qu'implique ce choix. Nous rappelons néanmoins que les modifications didactiques sont délimitées (e.g., ajout/suppression de questions, intégration d'une définition ou modalisation complémentaire) et ne modifient pas le contenu propre d'enseignement.

Le second niveau est relatif à notre groupe de sujets. La limite est ici celle de l'analyse des effets de différentes pratiques enseignantes sur des élèves qui ne sont pas les mêmes d'une année sur l'autre. Malgré cette différence, ces derniers sont considérés comparables en termes de caractéristiques individuelles et contextuelles. Nous avons souligné ce biais méthodologique, inhérent aux choix que nous avons faits, lorsque nous avons développé la problématique de cette thèse. Notre volonté de mettre en perspective des situations différentes en vue de dégager leurs effets sur les comportements des élèves ne nous a pas permis de le dépasser. Cette limite aurait été contournée si nous avions conservés les mêmes élèves. Or, ces derniers ne pouvant pas recevoir deux fois le même enseignement, il aurait fallu, en contrepartie, une variabilité dans les contenus enseignés. De fait, nous assumons les choix qui sont les nôtres, en étant consciente de ne pouvoir contrôler certains effets liés aux différences interindividuelles.

De plus, pour l'étude complémentaire, les niveaux scolaires varient. Cette variation, qui n'était pas volontaire mais due aux contraintes de notre recueil, implique un autre biais relatif cette fois au développement cognitif des élèves. Nous aurions pu nous attendre à des écarts considérables entre des élèves de 6^{ème} (11-12ans) et de seconde (15-16 ans) vis-à-vis du nombre et de la nature des processus cognitifs identifiés. Or, c'est la nature des tâches qui s'est finalement révélée être le facteur premier de distinction entre les élèves. Nous ne pouvons cependant pas écarter la possibilité que les enseignants et les médiateurs adaptent leurs stratégies évaluatives en fonction de l'âge des élèves. Nous aurions pu contrôler cette variable en procédant à un entretien avec les intervenants.

Un troisième niveau est relatif à l'organisation des séances étudiées. Nous avons analysé les processus d'autorégulation identifiables au sein de groupes d'élèves sans que les processus intervenants individuellement pour chacun d'eux ne soient dissociés. Le nombre d'élèves par groupe est déterminé par la discipline ; les élèves de mathématiques sont mis par groupe de quatre, ceux de sciences expérimentales sont par binômes. Ces contraintes organisationnelles orientent par conséquent nos résultats et ce que nous pouvons en dire, les processus d'autorégulation étant susceptibles d'émerger de façon croissante avec le nombre d'élèves qui composent le groupe. Pour réduire ce biais, il aurait fallu limiter le nombre d'élèves à deux ou quatre pour toutes les séances filmées. Toutefois, les contraintes d'espace qui pèsent sur l'organisation des séances de sciences expérimentales, en raison de la présence de paillasses ne pouvant être déplacées, et les contraintes d'ordre épistémologique, qui pèsent cette fois sur les séances de mathématiques, lesquelles envisagent la construction des savoirs par la confrontation collective et le partage des tâches pour aboutir à des conjectures, ont rendu cette limitation impossible. Ces obstacles étant difficilement surmontables, nous aurions pu focaliser notre recueil sur deux élèves spécifiques en classe de mathématiques, impliquant dès lors d'autres biais relatifs au choix de ces élèves et à la non prise en compte des régulations interactives qui prennent part avec les autres membres du groupe. Ainsi, nous mettons ici en exergue l'absence de choix idéal pour accéder de façon calibrée aux processus étudiés.

Enfin, un autre biais méthodologique, intégré à ce troisième niveau, concerne la focalisation sur une séance donnée. Cette séance s'inscrivant dans une temporalité plus longue que celle que nous avons étudiée, certaines étapes de la démarche d'investigation n'ont pas été captées. Il s'agit principalement des phases d'institutionnalisation et de conclusion, possiblement reportées les séances suivantes. Aussi, les habitudes de classe préalablement instaurées, et notamment la familiarité des élèves avec les outils formels d'évaluation, n'ont pas pu être considérées. Nous avons par exemple souligné l'absence de présentation du tableau de progression et des compétences associées par l'enseignante 3 lors de la deuxième année, les élèves ayant pourtant régulé leur comportement par rapport à celui-ci. Ce résultat révèle donc très certainement une habitude de classe déjà bien ancrée que nos données, comme nos indicateurs, ne nous permettent pas de considérer.

3. Combiner l'évaluation formative à l'activité d'investigation

Nous discutons maintenant des prolongements de nos résultats avec d'autres travaux conduits dans notre champ de recherches. Nous tracerons ensuite des perspectives pour la formation des enseignants.

3.1. Quels leviers pour soutenir l'autorégulation des apprentissages dans les ESFI ?

Nous résultats mettent au jour un ensemble de pistes de réflexion sur la façon dont l'évaluation formative peut être combinée à l'activité de démarche d'investigation en classes de sciences et de mathématiques.

Morge et Boilevin (2007) décrivent le déroulement d'une séquence d'investigation comme un enchaînement de plusieurs tâches (e.g., formulation d'hypothèses, élaboration d'un protocole, modélisation etc.), chacune étant composée de plusieurs phases : formulation de la tâche, conception et explicitation des propositions des élèves en réponses à cette tâche, conclusion lors de laquelle la recevabilité des propositions d'élèves est discutée et structuration des connaissances (variables selon la nature des savoirs en jeu). Chacune de ces phases peuvent être combinées avec une ou plusieurs stratégies d'évaluation formative (William & Thompson, 2007), leur mobilisation étant modulée en fonction des différents degrés d'autonomie accordés aux élèves dans chacune des tâches proposées.

Selon la catégorisation de Windschitl (2002), les séances d'investigation étudiées en sciences expérimentales (SVT et SPC) correspondent à des « structured inquiry ³¹ » dans la mesure où les buts et les tâches sont prédéfinis par l'enseignant. La façon dont les trois enseignantes conduisent les séances corrobore ainsi les constats de Marlot (2009) quant à la compréhension de la démarche scientifique comme une succession linéaire des étapes identifiées dans les prescriptions officielles. Ces interprétations laissent alors peu de place aux élèves pour agir sur les prochaines étapes, voire pour s'appropriier les buts et amorcer une réflexion sur ces derniers.

La séance de mathématiques se caractériserait davantage comme étant une « guided inquiry » (Windschitl, 2002), puisque le but de l'investigation est donné aux élèves mais

³¹ Windschitl (2002) distingue différents niveaux d'investigation en fonction du degré d'autonomie confié aux élèves : « open inquiry » ; « guided inquiry » ; et « structured inquiry ».

pas les différentes tâches à réaliser. Comme nous l'avons souligné, cette séance se différencie des séances de sciences étudiées du point de vue épistémologique, en particulier au regard de l'absence de phase expérimentale pour construire les connaissances. Ainsi, même si le canevas défini dans les programmes officiels intègre les mêmes étapes pour les mathématiques et les sciences expérimentales, ces distinctions ne confrontent pas pour autant les enseignants aux mêmes difficultés, ni aux mêmes objectifs. La différenciation des modalités d'évaluation formative identifiées en fonction des disciplines explique en partie ce résultat. Les mêmes opportunités ne sont pas données aux enseignants de réguler leurs enseignements et l'activité des élèves. Néanmoins, nous considérons que les temps d'échanges collectifs offrent des possibilités similaires pour intégrer une évaluation formative adaptée de façon cohérente à l'activité des élèves.

Globalement, les aménagements didactiques et les stratégies d'évaluation mises en œuvre par les enseignants lors de la deuxième année laissent plus de place aux interactions délibératives (Osborne et al., 2004). Les temps d'échanges en classe entière constituent des moments très riches pour que les enseignants, comme les élèves, régulent leur activité. La mise en avant des conceptions des élèves peut être valorisée en notant par exemple au tableau les propositions des élèves, comme l'ont fait les enseignants 3, 4 et 5. Ces moments donnent l'occasion aux enseignants d'explicitier l'état initial des élèves (i.e., stratégie 2), ce qui leur permettra ensuite de mettre au jour leur progression dans l'atteinte du but (Heritage, 2010) tout en valorisant la place de l'erreur dans cette progression (Asch & Levitt, 2003). Nous pensons néanmoins que ce recueil des propositions, s'il se restreint à une simple énumération au tableau par l'enseignant, est insuffisant pour responsabiliser les élèves dans leurs apprentissages. Celles-ci doivent être investies pour permettre la confrontation d'arguments entre les élèves et accroître leur pouvoir d'action sur les prochaines étapes de l'investigation.

Comme Coppé (2016), nous pensons que la viabilité de l'évaluation formative, à travers le débat argumentatif, implique un contrat didactique qui laisse aux élèves la responsabilisation et la validation de leurs réponses. Nous avons par exemple montré que les enseignantes de SPC favorisent l'explicitation de l'état actuel des élèves mais qu'elles ne franchissent pas l'étape suivante qui consisterait à les faire réfléchir aux moyens de vérifier expérimentalement leurs propositions. De fait, les élèves ne sont pas aussi actifs qu'ils pourraient l'être s'ils débattaient sur le protocole expérimental à mettre en place ou

s'ils participaient à son élaboration (Mathé, 2010). La part réduite de feedback de progression (S3) identifiée dans ses séances est d'ailleurs probablement la conséquence du déroulé narratif et cloisonné des étapes. La mise en place d'allers-retours entre les différentes étapes et d'un temps de réflexion sur le passage d'une étape à une autre pourrait permettre d'atteindre cet objectif. Par là même, la stratégie de valorisation des échanges à l'intérieur des groupes (S5) trouverait ici toute sa justification.

Ces propositions doivent cependant tenir compte des difficultés auxquelles sont confrontés les enseignants. En effet, hormis celles qui sont relatives à l'interprétation des prescriptions officielles par les enseignants, les contraintes organisationnelles qui pèsent sur ces situations rendent la mise en œuvre de ces séances complexe (Marlot & Morge, 2016). Vécues comme des modes d'enseignement chronophages, les séances fondées sur l'investigation impliquent une rupture du contrat didactique et remettent nécessairement en cause le rôle de chacun (Morge, 2016). C'est pourquoi, dans cette thèse, nous défendons l'idée selon laquelle la mise en place d'une évaluation formative peut être un levier pour faire évoluer les pratiques enseignantes vers une plus grande prise en compte de la diversité des élèves. Comme Asch et Levitt (2003), nous pensons que l'évaluation, ainsi entendue, est susceptible de contribuer à un changement de regard sur l'élève et ses erreurs, en rendant plus explicite ce qu'il doit savoir et savoir faire.

Sans chercher à établir une spécification exclusive des modalités d'évaluation possibles en fonction du type de tâche, nous proposons néanmoins une typographie des modalités d'évaluation qui peuvent être articulées à l'activité d'investigation. Le Tableau 25 présente des pistes sur la façon dont les différentes modalités d'évaluation peuvent s'insérer au fur et à mesure des étapes de la démarche de manière à optimiser la prise en compte des apprentissages des élèves, de manière individuelle et collective. Chacune des modalités s'insère dans une des stratégies d'évaluation formative développées par Wiliam (2010). Les modalités d'évaluation formative qui peuvent être mises en œuvre lors des temps collectifs sont présentées dans la colonne de gauche ; celles qui peuvent être mises en œuvre lors des temps individuels sont présentées dans la colonne de droite.

Tableau 25. Evaluation formative combinée à l'activité de démarche d'investigation

<i>Étapes de la DI</i>	Modalités d'évaluation formative	
	En classe entière	Suivi individuel et des groupes
Introduction problème	<ul style="list-style-type: none"> - Expliciter les buts et les critères de réussite (S1) - Prendre des informations sur les connaissances des élèves, leurs conceptions et compréhension (S2) 	
Formulation hypothèses / prévisions	<ul style="list-style-type: none"> - Considérer les idées des élèves (S4) - Favoriser les échanges entre les élèves au sein de la classe (S5) en les incitant à justifier leurs propositions 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivre les initiatives des élèves (S4) - Favoriser les échanges entre les élèves au sein des groupes (S5) en incitant la justification des arguments
Phase d'expérimentation / phase de recherche	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabiliser les élèves dans leur accès aux ressources (S4) - Aider les élèves à se situer à l'aide du support d'évaluation (S2) - Inciter les échanges d'arguments au sein des groupes (S5) 	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre des informations sur leur compréhension et leur avancée (S2), puis les mettre en perspective avec les buts et critères de réussite (S1) afin de rendre explicite l'écart - Dispenser des feedback sur ce qu'il reste à faire et comment le faire (S3)
Débats / Communication des résultats	<ul style="list-style-type: none"> - Valoriser les échanges argumentés entre les élèves (S5) - Intégrer formellement leurs idées qui seront réinvesties pour la synthèse (S4) - Produire des feedback qui mettent en exergue leur progression (S3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Inciter les élèves à se rapporter au support d'évaluation pour communiquer leurs résultats (S2)
Structuration des connaissances / Synthèse	<ul style="list-style-type: none"> - Rappel des buts de la séance (S1) - Explication de l'état d'arrivée et mise en perspective avec les nouveaux savoirs (S2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aider les élèves à se situer à l'aide du support d'évaluation (S2)

Cette modélisation de l'activité évaluative, en la combinant aux étapes de la DI, pourrait aider les enseignants à amorcer une réflexion sur leur pratique. Bien entendu, toutes les modalités énoncées ne pourront pas être mises en œuvre. Leur utilisation doit être modulée non seulement en fonction des activités, mais aussi de l'évaluation sommative. En effet, les objectifs de l'évaluation sommative doivent être concomitants avec ceux de l'évaluation réalisée en cours d'apprentissage. Ainsi, sans chercher à atteindre toutes les combinaisons possibles lors d'une séance, ce tableau peut néanmoins permettre aux enseignants de s'autoévaluer à plusieurs reprises en cours d'année et d'identifier les modalités qu'ils ont tendance à privilégier tout comme celles sur lesquelles ils pourraient davantage insister.

3.2. Quelles implications pour la formation des enseignants ?

Notre étude principale a été conduite au sein du dispositif de Formation-recherche LÉA EvaCoDICE. Dans ce cadre, les situations de travail visent un accompagnement des enseignants dans l'analyse de leurs pratiques d'enseignement. Dans la mesure où les analyses collectives ont permis aux enseignants de prêter une plus grande attention au savoir en jeu et aux interventions des élèves, ces résultats prolongent ceux de Gueudet et Lebaud (2013). Dans le cadre du LÉA, les enseignants étaient amenés à s'interroger sur les productions des élèves et à anticiper leurs comportements. Il semble que ce travail d'anticipation ait permis aux enseignants de déléguer une plus grande part de responsabilité aux élèves dans la conduite de leur recherche et de se focaliser davantage sur leurs raisonnements. Pour la majorité des séances d'enseignement observées³², ces anticipations ont permis de dégager du temps pour les échanges collectifs et d'accroître la responsabilisation des élèves pour mener leur activité. Nos résultats montrent cependant que des améliorations peuvent encore être apportées et suggèrent finalement qu'une modification des pratiques passe aussi par une évolution des conceptions.

Nous sommes consciente que l'évolution des conceptions est un processus long nécessitant de nombreux allers-retours entre la pratique et la réflexion exercée sur celle-ci (Jameau & Boilevin, 2015). Nos résultats révèlent que les conceptions et les pratiques de classe transversales, liées à l'évaluation formative et au contenu enseigné, sont intriquées. Ce ne sont, à elles seules, ni les modifications des connaissances professionnelles sur l'évaluation formative ou la régulation des apprentissages, ni celles sur l'investigation en sciences et mathématiques qui soutiennent une transformation des pratiques, mais bien la combinaison des deux approches. Ces résultats corroborent ceux de Nilsson (2015) et invitent à repenser les pratiques de formation continue des enseignants dans ce sens.

Puisque l'évolution des pratiques enseignantes apparaît comme un processus ancré dans la durée, les bénéfices éventuels de la formation ne peuvent être pleinement appréciés qu'au cours de plusieurs années de pratiques, d'échanges coopératifs et de retours réflexifs. Un temps conséquent est donc nécessaire pour que les enseignants puissent véritablement intégrer les apports du dispositif, à la fois dans leur base de connaissances professionnelles et dans leurs pratiques de classe (Grangeat & Hudson, 2015). En outre,

³² Seules les séances de P1 ne se caractérisent pas par une augmentation du temps d'échanges collectifs

nous pouvons nous interroger sur le maintien et l'évolution dans le temps des pratiques d'évaluation élaborée que nous avons mises en lumière dans cette thèse. À cet égard, la mise en œuvre d'une recherche longitudinale plus longue que la nôtre, mobilisant ces enseignants à plus long terme, permettrait d'apprécier la persistance des effets observés sur les pratiques et les conceptualisations des enseignants.

Conclusion

Deux objectifs conjoints ont guidé ce travail doctoral.

Le premier, empirique, visait l'analyse des effets produits par la mise en œuvre de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages dans le cadre spécifique des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation. Des effets différenciés en fonction des situations d'enseignement ont été dégagés.

La première situation d'enseignement correspondait à la mise en œuvre d'une évaluation formative dite ordinaire, en référence aux pratiques quotidiennes des enseignants de sciences et de mathématiques. Ces pratiques évaluatives ont été étudiées lors d'une première observation au sein des classes. Nos résultats témoignent d'un déséquilibre dans l'usage des différentes modalités qui caractérisent l'évaluation formative. Les enseignants de notre groupe de sujets ont en effet produit peu de stratégies visant à informer l'élève sur les prochaines étapes du processus d'apprentissage (i.e., S3, S4, S5). Plus spécifiquement, les responsabilités confiées aux élèves ainsi que les ressources, à la fois sociales et matérielles, étaient très limitées. En retour, les processus d'autorégulation identifiés chez les élèves se sont révélés peu efficaces. Les objectifs d'apprentissage poursuivis par les séances étudiées n'ont pas toujours été atteints (i.e., séances de mathématiques) et des difficultés pour maintenir l'engagement des élèves dans les tâches ont été relevées.

La deuxième situation d'enseignement correspondait à la mise en œuvre de pratiques évaluatives dites élaborées. Celles-ci ont été mises en œuvre par les mêmes enseignants l'année suivante, après qu'un travail collaboratif et réflexif ait été mené sur leurs séances. Une distribution plus équilibrée des modalités d'évaluation mobilisées par les enseignants a été observée. L'analyse de leurs pratiques témoigne en effet d'une plus grande responsabilisation des élèves pour conduire leurs activités, ainsi qu'une plus forte valorisation des échanges entre pairs. Nos résultats montrent que les élèves, ainsi placés dans un contexte d'évaluation élaborée, ont passé plus de temps à produire des stratégies de résolution pour réduire l'écart entre leur état initial et le but visé. Ces élèves ont également fait preuve d'une meilleure régulation motivationnelle et affective envers la tâche proposée. Ils se sont montrés plus responsables dans la recherche des ressources

nécessaires à leur avancée en sollicitant dans une moindre proportion l'enseignant pour réguler leur progression. En ce sens, ils ont fait preuve d'une autorégulation de leur comportement plus efficace.

Enfin, la troisième situation correspondait à la mise en œuvre d'une situation d'enseignement partenariale. Celle-ci faisait intervenir la présence de médiateurs scientifiques au sein de la classe pour conduire la séance conjointement avec l'enseignant. Des différences relatives au rôle tenu par l'enseignant et les médiateurs questionnent alors le partage de leurs responsabilités. Nous avons montré que selon la posture tenue par les médiateurs, mais aussi selon l'âge des élèves, les feedback étaient acceptés différemment par ces derniers. La régulation de leurs comportements pouvait d'ailleurs être perturbée suite à des problèmes de coordination entre les intervenants.

En définitive, nos résultats permettent de tirer les conclusions suivantes : d'abord, les enseignants ont tendance à expliciter régulièrement les buts de l'activité mais sans aller jusqu'à détailler les attentes et les enjeux pour les apprentissages. Par ailleurs, même si les enseignants introduisent tous un outil d'autoévaluation (i.e., tableau de progression) dans leur séance, celui-ci ne se voit pas toujours formellement intégré à l'activité des élèves. En d'autres termes, cet outil n'est pas explicitement annoncé comme une aide à leurs apprentissages. Les enseignants ont également tendance à mettre en avant les pairs, en tant que ressources, lors des échanges en classe entière mais peu lors des temps de travail en groupes. Ces résultats sont confirmés par l'étude complémentaire. Des pistes d'action pour la formation des enseignants peuvent alors être formulées. Considérant l'importance d'une articulation cohérente des pratiques d'évaluation aux objectifs d'apprentissage, une réflexion serait à mener sur la façon dont la didactique peut s'emparer de la question de l'évaluation. Nos résultats soutiennent empiriquement les besoins d'une adéquation des pratiques évaluatives aux objectifs didactiques, ce qui, dans cette perspective, ouvre des pistes d'action prometteuses, tant pour la recherche que pour la formation.

Le second objectif était de concevoir une méthode permettant de recueillir et d'analyser les processus *in situ*. Nous nous sommes impliquée dans un dispositif de recherche permettant d'analyser des situations d'enseignement comparables : stables en ce qui concerne les enseignants, les séances et les contextes, mais variables quant aux stratégies évaluatives mises en œuvre. Nos questions de recherche nous ont conduite à

adopter une approche essentiellement qualitative. En vue d'intégrer les dimensions à la fois spatiales et temporelles à nos analyses, nous avons procédé par enregistrements vidéo des séances de classe. Notre corpus de données a été découpé puis analysé à l'aide d'un logiciel d'analyse vidéo (i.e., Transana) de façon à rendre notre approche systématique. Nous avons construit des grilles d'indicateurs à partir des cadres théoriques mobilisés et de regroupements opérés *a posteriori* (i.e., indicateurs de régulation motivationnelle et affective, phases organisationnelles). Trois grains d'analyse ont été mobilisés : l'échelle *macro* pour préciser les objectifs généraux des séances (cf. Partie B, chapitre I) ; l'échelle *méso* pour caractériser leur déroulement organisationnel ; l'échelle *micro* pour procéder à une analyse fine des processus en jeu.

Les indicateurs construits nous ont permis d'aboutir à des grilles d'analyses relativement stables de nos variables d'étude. D'une part, celle relative à l'évaluation formative s'est révélée robuste pour caractériser les pratiques évaluatives des enseignants. Néanmoins, certaines catégories (i.e., S3 et S4) pourraient encore être affinées afin d'augmenter leur pouvoir informatif. D'autre part, les indicateurs d'autorégulation nous ont permis de caractériser de façon assez précise l'activité cognitive des élèves et leur engagement dans les tâches. Une spécification supplémentaire serait toutefois à prévoir concernant la nature des stratégies de résolution mises en place. Par là même, l'introduction de mesures préalables destinées à dégager le profil motivationnel et affectif des élèves pourrait être envisagée.

Les réponses apportées dans cette thèse soulèvent, *in fine*, de nouvelles questions qui constituent autant de pistes de recherches à considérer pour l'avenir.

D'abord, l'évolution des pratiques observées chez les enseignants de notre groupe de sujets est-elle persistante ? La question de sa stabilité et de sa diffusion au sein des établissements nous semble être un prolongement intéressant de cette recherche. D'ailleurs, une formation-recherche sur trois années est-elle suffisante au regard du temps nécessaire à un véritablement changement des conceptions ? Il nous semble qu'une réflexion est à mener sur les moyens de faire perdurer les échanges et le principe de co-construction engagés entre les acteurs de terrain et de la recherche tels que nous les avons vécus au sein du LéA.

Ensuite, quel est le pouvoir de généralisation de nos résultats à d'autres disciplines ? Développer la confiance et permettre le droit à l'erreur comme facteur de progrès ne doit pas être l'apanage que des sciences et des mathématiques. Quel que soit le niveau d'enseignement, il s'agit de favoriser la réflexion des apprenants sur leur travail et d'identifier la nature de leurs difficultés pour élaborer les stratégies adéquates de remédiation. Nous pourrions ainsi augmenter la portée de cette recherche par une mise à l'épreuve de nos indicateurs à d'autres contextes d'enseignement et d'apprentissage.

Enfin, l'aboutissement de cette thèse ouvre la porte à des réflexions plus vastes, mais cruciales, sur la façon dont les politiques éducatives pourraient s'emparer de ces résultats. Promouvoir l'introduction de l'évaluation formative dans les enseignements scientifiques nous semble en effet être un moyen de contribuer à la réussite des élèves, de tous les élèves.

Bibliographie

Articles et ouvrages :

- Allal, L. (1979). Stratégie d'évaluation formative : conceptions psychopédagogiques et modalités d'application. In L. Allal, J. Cardinet & P. Perrenoud (Eds.), *L'évaluation formative dans un enseignement différencié* (pp. 153-183). Berne: Peter Lang.
- Allal, L. (1988). Vers un élargissement de la pédagogie de maîtrise : processus de régulation interactive, rétroactive et proactive. In M. Huberman (Ed.), *Assurer la réussite des apprentissages scolaires ? Les propositions de la pédagogie de maîtrise* (pp. 86-126). Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Allal, L. (1991). *Vers une pratique de l'évaluation formative*, Bruxelles: De Boeck.
- Allal, L. (1993a). Régulations métacognitives et évaluation formative. In L. Allal, D. Bain, & P. Perrenoud (Eds.), *Evaluation formative et didactique du français* (pp. 81-98). Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Allal, L. (1993b). Evaluation formative des processus d'apprentissage : le rôle des régulations métacognitives. In R. Hivon (Ed.), *L'évaluation des apprentissages : Réflexions, nouvelles tendances et formation* (pp. 57-74). Sherbrooke, Canada: Éditions du CRP.
- Allal, L. (2001). La métacognition en perspective. In Figari, G., Achouche, M. (Eds.). *L'activité évaluative réinterrogée. Regards scolaires et socioprofessionnels* (pp. 142-145). Bruxelles: De Boeck.
- Allal, L. (2007). Régulation des apprentissages: Orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation. In L. Allal & L. Mottier Lopez (Eds.), *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation* (pp. 7-23). Bruxelles: De Boeck.
- Allal, L. (2010). Assessment and the regulation of learning. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGraw (Eds.), *International encyclopedia of education* (pp. 348-352). Oxford, UK: Elsevier.
- Allal, L., Bain, D., & Perrenoud, P. (1993). *Évaluation formative et didactique du français*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Allal, L. & Laveault, D. (2009). Évaluation-soutien d'apprentissage. Prise de position formulée par la Troisième Conférence internationale sur l'Évaluation-soutien d'Apprentissage. *Mesure et évaluation en éducation*, 32(2), 99-107.
- Allal, L., & Mottier Lopez, L. (2005). Formative assessment of learning: A review of publications in French. In J. Looney (Ed.), *Formative assessment: Improving*

- learning in secondary classrooms* (pp. 241–264). Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Allal, L., & Mottier Lopez, L. (2007). *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation*. Bruxelles: De Boeck.
- Allal, L., Rouiller, Y., & Saada-Robert, M. (1995). Autorégulation en production textuelle : observation de quatre élèves de 12 ans. *Cahiers d'acquisition et de pathologie du langage*, 13(1), 17-35.
- Allal, L., & Saada-Robert, M. (1992). La métacognition: cadre conceptuel pour l'étude des régulations en situation scolaire. *Archives de psychologie*, 60, 265-296.
- Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: student's learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 260-267.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 261-271
- Andrade, H. (2010). Students as the definitive source of formative assessment. Academic self-assessment and the self-regulation of learning. In H. A. Andrade & G. J. Cizek (Eds.), *Handbook for formative assessment* (pp.90-105). New York: Routledge.
- Andrade, H., & Cizek, G. J. (Eds.). (2010). *Handbook of formative assessment*. New York: Taylor and Francis.
- Ash, D. (2007). Using video data to capture discontinuous science meaning making in non-school settings. In R. Goldman & R. Pea & B. Barron & S. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 207–226). Mahwah New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ash, D., & Levitt, K. (2003). Working within the Zone of Proximal Development: Formative Assessment as Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 23-48.
- Astolfi, J-P. (2006). *Comment les enfants apprennent les sciences*, Paris: Retz
- Andrews, D., & Lewis, M. (2002). The experience of a professional community: teachers developing a new image of themselves and their workplace. *Educational Research*, 44(3), 237-254.
- Baumeister, R.F., Heatherton, T.F., & Tice, D.M. (1994). *Losing control: How and why people fail at self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Bell, B. & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85, 536–553.
- Beorchia, F., & Boilevin, J-M. (2009). Enseignement scientifique et technologique dans l'enseignement obligatoire : finalités, contenus et formation des maîtres. In F.

- Beorchia, & J-M. Boilevin (Eds.), Enseignement scientifique et technologique dans l'enseignement obligatoire, *Aster*, 49, 9-24.
- Berbaum, J. (1991). *Développer la capacité d'apprendre*. Paris : ESF.
- Berger, J-L., & Büchel, F. (2012). Métacognition et croyances motivationnelles : un mariage de raison. *Revue française de pédagogie*, 179, 95-128.
- Berger, J-L. (2015). *Apprendre : la rencontre entre motivation et métacognition. Autorégulation dans l'apprentissage des mathématiques en formation professionnelle*. Berne: Peter Lang.
- Birenbaum, M., Breuer, K., Cascallar, E., Dochy, F., Dori, Y., Ridgway, J., Wiesemes, R., et al. (2006). A learning integrated assessment system. *Educational Research Review*, 1(1), 61-67.
- Black, P. (1995). Les enseignants peuvent-ils utiliser l'évaluation pour améliorer l'apprentissage? *Didaskalia*, 6, 99-114.
- Black, P. (2013). Formative and summative aspects of assessment: theoretical and research foundations in the context of pedagogy. In J. H. McMillan (Ed.), *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment* (pp. 167-178). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & William, D. (2003). *Assessment for Learning: Putting it into Practice*. Maidenhead: Open University Press.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy, & Practice*, 5, 7-74.
- Black, P. J., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Blanc, N., Baurens, M., & Griggs, P. (2008). L'impact de la conception du film et du cadre de l'observation sur son interprétation ». In J. P. Sautot (Ed.), *Le Film de classe, entre sémiotique et didactique* (pp. 21-58). Limoges: éditions Lambert-Lucas.
- Blanchard, M.R., Southerland, S.A., Osborne, J.W., Sampson, V.D., Annetta, L.A., & Granger, E.M. (2010). 3Is inquiry possible in light of accountability ? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Bloom, B.S. (1968). Learning for Mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), 1-12.
- Boekaerts, M. (1992). The adaptable learning process: Initiating and main change. *Journal of Applied Psychology: An International Review*, 41, 377-397.
- Boekaerts, M. (1993). Being concerned with well being and with learning. *Educational Psychologist*, 28(2), 149-167.

- Boekaerts, M. (1995). Self-regulated learning: Bridging the gap between metacognitive and metamotivation theories. *Educational Psychologist*, 30(4), 195-200.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction*, 7(2), 161-186.
- Boekaerts, M. (2006). Self-regulation and effort investment. In K. A. Renninger & I. E. Sigel (Eds.), *Handbook of child psychology volume 4: Child psychology in practice* (6th ed., pp. 345–377). New York, NY: Wiley.
- Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology-an International Review-psychologie Appliquee-Revue Internationale*, 54(2), 199-231.
- Boekaerts, M., Pintrich, P. R. & Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Boilevin, J.-M. (2013a). La place des démarches d’investigation dans l’enseignement des sciences. In M. Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d’investigation. Des formations et des pratiques de classe* (pp. 27-53). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Boilevin, J.-M. (2013b). *Rénovation de l’enseignement des sciences physiques et formation des enseignants. Regards didactiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Boilevin, J.-M., & Brandt-Pomares, P. (2011). Démarches d’investigation en sciences et technologie au collège : les conditions d’évolution des pratiques. In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d’investigation dans l’enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 51-62). Lyon: ENSL.
- Boilevin, J.-M. & Morge, L. (2007, Octobre). *Repérer et analyser des séquences d’investigation : quels critères ? des exemples*. Actes des 55èmes journées nationales de l’Union des Professeurs de Physique et de Chimie. Paris.
- Bouffard, T. & Bordeleau, L. (1997). *Perspectives métacognitive et motivationnelle de l’élève en difficulté spécifique d’apprentissage*. Québec: Presse de l’Université du Québec.
- Bouffard, T. & Vezeau, C. (1998). The development of the self-system and self-regulation among primary-school children. In M. Ferrari & R. J. Sternberg (Eds.), *Self-awareness: Its Nature and Development*. New York: Guilford.
- Bouffard-Bouchard, T. & Pinard, A. (1988). Sentiment d'auto-efficacité et exercice des processus d'autorégulation chez des étudiants de niveau collégial. *International Journal of Psychology*, 23, 409-431.

- Bransford, J. D., Brown A. L. & Cocking R. R. (Eds.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School* (Expanded ed.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Bressoux, P. (2010). *Modélisation statistique appliquée aux sciences sociales*. Bruxelles: De Boeck.
- Bressoux, P. (2013). Les démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences : mises en point et mises en garde. In M. Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (pp. 237-244). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Bressoux, P., & Pansu, P. (2003). *Quand les enseignants jugent leurs élèves*. Paris: PUF.
- Broadfoot, P. M., Daugherty, R., Gardner, J., Gipps, C. V., Harlen, W., James, M., & Stobart, G. (1999). *Assessment for learning: beyond the black box*. Cambridge, UK : University of Cambridge School of Education.
- Broadfoot, P. M., Daugherty, R., Gardner, J., Harlen, W., James, M., & Stobart, G. (2002). *Assessment for learning: 10 principles*. Cambridge, UK: University of Cambridge School of Education.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble: La Pensée Sauvage
- Brown A.L. (1982). Learning and development : The problems of compatibility, access and induction. *Human development*, 25, 89-115.
- Brown, A.L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F.E. Weiner & R.H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A., & Campione, J.C. (1983). Learning, remembering and understanding. In J.H. Flavell & E.M. Markman (Eds). *Handbook of child psychology: Cognitive development*. Vol. 3. New York: John Wiley & Sons. (P.H. Mussen, General Editor).
- Buchs, C., Lehraus, K., & Crahay, M. (2013). Coopération et apprentissage. In M. Crahay (Ed.) *L'école peut-elle être juste et efficace ?* (pp. 421-454). Bruxelles: De Boeck.
- Butler, D. L. (2002). Qualitative approaches to investigating self-regulated learning: Contributions and challenges. *Educational Psychologist*, 37, 59-63
- Butler, D. L. (2011). Investigating self-regulated learning using in-depth case studies. In B. J. Zimmerman, & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (pp. 346-360). NY, NY: Routledge.
- Butler, D. L., & Winne, P. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of educational research*, 65(3), 245-281.

- Calmettes, B. (2007). *Formation d'enseignants débutants à la mise en place d'une démarche d'investigation en classe*. Actes du congrès international d'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF), Strasbourg.
- Calmettes, B. (2008). *Analyse d'un dispositif de formation à l'enseignement en sciences par démarches d'investigation*. Actes du congrès de l'AIPU, Montpellier.
- Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. *Spirales*, 43, 139-148.
- Calmettes, B. (2010). Analyse pragmatique de pratiques ordinaires ; rapport pragmatique à l'enseigner. *Recherches en Didactique des sciences et des Technologies*, 2, 235-272.
- Calmettes, B., Saint-Georges, M., Flanck, Y. (2008). Analyses de pratiques de professeurs de physique stagiaire en situation-problème : difficultés repérées, variabilités interindividuelles. In A. Terrisse, M.F. Carnus, & C. Garcia-Debanck (Eds.). *Analyses de pratiques des enseignants débutants: approche didactique*. Grenoble: La pensée sauvage.
- Cardinet, J. (1977). *Objectifs éducatifs et évaluation individualisée* (2^e éd.). Neuchâtel, Suisse: IRDP.
- Cardinet, J. & Laveault, D. (2001). L'activité évaluative en éducation : évolutions des préoccupations des deux côtés de l'atlantique. In G. Figari & M. Achouche (Ed.), *L'activité évaluative : nouvelles problématiques, nouvelles, pratiques* (pp. 15-29). Bruxelles: De Boeck.
- Carver, C. (2005). On the structure of behavioral self-regulation. In M. Boeckaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.). *Handbook of self-regulation*. (pp. 13-39). San Diego, CA: Academic Press.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1990). Origins and functions of positive and negative affect: A control-process view. *Psychological Review*, 97, 19–35.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1998). *On the Self-Regulation of Behavior*. New York: Cambridge University Press.
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1999). Themes and issues in the self-regulation of behavior. In R. S.Wyer, Jr. (Ed.), *Advances in social cognition* (Vol. 12, pp. 1–105). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Carver, C. S. & Scheier, M. F. (2004). Self-regulation of action and affect. In R.F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 1-9). New York: Guilford.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Paris : Odile Jacob.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

- Clark, I. (2012). Formative assessment: Assessment is for self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 24, 205–249.
- Coquidé, M., Fortin, C. & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. In F. Beorchia, & J-M. Boilevin (Eds.), *Enseignement scientifique et technologique dans l'enseignement obligatoire*. Aster, 49, 51-78.
- Convert, B. (2006). *Les impasses de la démocratisation scolaire. Sur une prétendue crise des vocations scientifiques*. Paris: Editions Raisons d'Agir.
- Coppé, S. (Janvier, 2016). Des dispositifs d'évaluation formative en mathématiques aux apprentissages des élèves. Actes du 28ème colloque de l'ADMEE Europe « *Evaluations et apprentissages* », Lisbonne, Portugal.
- Corno, L. (2001). Volitional aspects of self-regulated learning. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement* (2nd ed., pp. 191-226). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cosnefroy, L. (2010). Se mettre au travail et y rester : les tourments de l'autorégulation. *Revue Française de pédagogie*, 170, 5-15.
- Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé, entre cognition et motivation*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Cowie, B. (2013). Assessment in the science classroom: Priorities, practices, and prospects. In J. H. McMillan (Ed.), *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment* (pp. 473-488). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Cowie, B., Moreland, J., & Otrell-Cass, K. (2013). *Expanding notions of assessment for learning: Inside science and technology primary classrooms*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Cross, D. & Grangeat, M. (2014). Démarches d'investigation : analyse des relations entre contrat et milieu didactiques. *Recherches en Didactique des Sciences et Technologies*, 10, 155-182.
- Deaudelin, C., Desjardins, J., Dezutter, O., Thomas, L., Morin, M.-P., Lebrun, J., Hasni, A. & Lenoir, Y. (2007). *Pratiques évaluatives et aide à l'apprentissage des élèves : l'importance des processus de régulation*. Rapport de la recherche 2004-AC-95276, Centre de recherche sur l'intervention éducative et Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante: Université de Sherbrooke.
- De Ketele, J.-M. (1991). A propos des notions d'évaluation formative, d'évaluation sommative, d'individualisation et de différenciation. In L. Allal, J. Cardinet, P. Perrenoud (Eds.), *L'évaluation formative dans un enseignement différencié*. Berne: Peter Lang.
- Develay, M. (1994). *Peut-on former les enseignants ?* Paris: E.S.F.

- Doudin, P.A., & Martin, D. (1999). Conception du développement de l'intelligence et formation, *Revue Française de Pédagogie*, 126, 121-132.
- Dunn, K. E., & Mulvenon, S. W. (2009). A critical review of research on formative assessments: The limited scientific evidence of the impact of formative assessments in education. *Practical Assessment & Research and Evaluation*, 14(7), 1-11.
- Dweck C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41, 1040-1048.
- Dweck, C. S. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Philadelphia: Psychology Press.
- Dweck C. S., & Leggett E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95, 256-273.
- Earl, L. M. (2003). *Assessment as learning: Using classroom assessment to maximize student learning*, Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Eccles, J.S. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J.T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives. Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco, CA: W.H. Freeman.
- Eccles, J.S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement related choice. In A. Elliot & C. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (598-608), New York: Guilford Press.
- Efklides, A. (2001). Metacognitive experiences in problem solving: Metacognition, motivation, and self-regulation. In A. Efklides, J. Kuhl, & R. M. Sorrentino (Eds.), *Trends and prospects in motivation research* (pp. 297-323). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: what can metacognitive experiences tell us about the learning process. *Educational Research Review*, 1, 3-14.
- Efklides, A. (2008). Metacognition; defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2X2 Achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 501-519.
- Endrizzi, L., & Rey, O. (2008). L'évaluation au cœur des apprentissages. *Dossiers d'Actualité de la VST*, 39. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00473757/document>
- Famose, J-P. (2007). *La théorie de l'autorégulation : son application aux processus motivationnels*. Retrieved from <http://f3.quomodo.com/78D73CA0/uploads/99/La%20theorie%20de%20%27autoregulation%20son%20application%20aux%20proce2007.pdf>

- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231–235). Hillsdale: Erlbaum.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906–911.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 21–30). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (2002). *Cognitive development* (4th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Figari, G., & Achouche, M. (2001). *L'activité évaluative réinterrogée*. Bruxelles: De Boeck.
- Figari, G., & Remaud, D. (2014). *Méthodologie d'évaluation en éducation et formation, ou l'enquête évaluative*. Bruxelles: De Boeck
- Focant, J. (2004). La régulation métacognitive : un enjeu majeur chez les enfants en difficulté dans les apprentissages scolaires. *Handicap : revue en sciences humaines et sociales*, 101-102, 33-45.
- Focant, J. (2007). La mesure des processus d'autorégulation : quelles méthodes ? Quels enjeux ? In Nader-Grosbois (Ed.), *Régulation, autorégulation, dysrégulation* (pp.32-42). Wavre: Margada.
- Furtak, E. M. (2006). *The Dilemma of Guidance in Scientific Inquiry Teaching*. Stanford University, Stanford, CA.
- Gandit, M. (2015). L'évaluation au cours de séances d'investigation en mathématiques. *Recherche en éducation*, 21, 67-80.
- Gandit, M., Giroud, N., & Godot, K. (2011). Les situations de recherche en classe : un modèle de situation pour travailler la démarche scientifique en mathématiques. In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 35-49). Lyon: Ecole normale supérieure de Lyon.
- Garrison, C., & Ehringhaus, M. (2007). *Formative and summative assessments in the classroom*. Westerville, OH: Association for Middle Level Education. Retrieved from http://www.amle.org/portals/pdf/articles/Formative_Assessment_Article_Aug2013.pdf
- Georges F., & Pansu, P. (2011). Les feedbacks à l'école : un gage de régulation des comportements scolaires. *Revue Française de Pédagogie*, 176, 101-124.
- Ginsburg, H. P. (2001). *The Mellon Literacy Project: what does it teach us about educational research, practice, and sustainability?* New York, NY: Russell Sage Foundation.

- Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Education et Didactique*, 1(3), 47-70.
- Grangeat, M. (1997). *Différenciation, évaluation et métacognition dans l'activité pédagogique, à l'école et au collège*. (Thèse de doctorat). Lyon: Université Lumière.
- Grangeat, M. (1999). Processus cognitifs et différenciation pédagogique. In C., Depover, & B., Noël (Eds.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs, modèles, pratiques et contextes* (pp. 115-127). Bruxelles: De Boeck.
- Grangeat, M. (2007). Des dispositifs visant à développer les compétences des enseignants dans les activités collectives. Symposium « *Analyser le travail collectif des enseignants et des formateurs* ». Congrès international AREF (Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation). Strasbourg: ULP.
- Grangeat, M., (2010). Les régulations métacognitives dans l'activité enseignante : rôle et modes de développement, *Revue des Sciences de l'Éducation*, 36(1), 233-253.
- Grangeat, M. (2011). *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves*. Lyon: Ecole Normale Supérieure.
- Grangeat, M. (2013a). *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (pp. 155-184). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Grangeat, M. (2013b). Modéliser les enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation : développement des compétences professionnelles, apport du travail collectif. In M. Grangeat (Éd.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (pp. 155-184). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Grangeat, M., & Hudson, B. (2015). A New Model for understanding the Growth of Science Teacher Professional Knowledge. In M. Grangeat (Ed.), *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (pp. 205-228). Rotterdam: Sense Publishers.
- Grangeat, M., Rogalski, J., Lima, L., & Gray, P. (2009). Analyser le travail collectif des enseignants : effets du contexte de l'activité sur les conceptualisations des acteurs. *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*, 31(1), 151-168.
- Grenier, D., & Payan, C. (2002). Situations de recherche en classe : essai de caractérisation et proposition de modélisation. *Cahiers du séminaire national de recherche en didactique des mathématiques*. Paris: ARDM.
- Guernier, M.C. (2008). Les enjeux du film de classe dans l'élaboration des outils didactiques. In J.-P. Sautot (Ed.) *Le film de classe: entre didactiques et sémiotique* (pp. 15-20). Limoges: Lambert Lucas.
- Gueudet, G. & Lebaud, M-P. (2013). Démarches d'investigation en sciences, collectifs dans la formation des enseignants, enquête sur un lien complexe. In Grangeat, M.

- (Ed.). *Des enseignants de sciences face aux démarches d'investigation. Des formations et des pratiques de classe* (pp. 95-114). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Hadji, C. (1997). *L'évaluation démystifiée*. Paris: E.S.F.
- Hadji C. (2012). *Comment impliquer l'élève dans ses apprentissages. L'autorégulation, une voie pour la réussite scolaire*. Paris: E.S.F
- Hancock, D. (2001). Effects of test anxiety and evaluative threat on students' achievement and motivation. *The Journal of Educational Research*, 94(5), 284–292.
- Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and Assessing Science 5 - 12*. (4th ed). London: Sage.
- Harlen, W. (2007). *Assessment of Learning*. London: Sage.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP).
- Harter, S. (1985). *The Self-Perception Profile for Children*. Unpublished manual. University of Denver, Denver, CO.
- Harter, S. (1992). The relationship between perceived competence, affect, and motivational orientation within the classroom: Processes and patterns of change. In A. K. Boggiano & T.S. Pittman (Eds.), *Achievement and motivation: A social-developmental perspective* (pp. 77-114). New-York: Cambridge University Press.
- Harter, S. (1999). *The construction of the self: A developmental perspective*. New York: Guilford Press.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1), 81-112.
- Heritage, M. (2010). *Formative assessment: Making it happen in the classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Hoc, J.M., & Amalberti, R. (1999). Analyse des activités cognitives en situation dynamique : d'un cadre théorique à une méthode. *Le Travail Humain*, 62, 97-130.
- Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student–teacher–scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84–115.
- Huberman, A.M. & Miles, M.B. (1991). *Analyse des données qualitatives : recueil de nouvelles méthodes*. Bruxelles: De Boeck.

- Huet N., & Mariné, C. (1997). Memory strategies and metamemory knowledge under memory demands change in waiters learners. *European Journal of Psychology of Education*, 12, 23-35.
- Inoue, N. (2010). Zen and the art of neriage: Facilitating consensus building in mathematics inquiry lessons through lesson study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(1), 5-23.
- Jameau, A. & Boilevin, J-M. (2015). The double loop of science teachers' professional knowledge acquisition. In M. Grangeat (Ed.). *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (pp. 27-46). Rotterdam: Sense Publishers.
- Jorde, D. & Olsen Moberg, A. (2010). *Preliminary report* (deliverable WP2). Trondheim: S-TEAM-NTU.
- Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative assessment: A meta-analysis and a call for research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28-37.
- Kingston, N., & Nash, B. (2012). How many formative angels can dance on the head of a meta-analytic pin: .2. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 31(4) 18–19.
- Kluger, A., & deNisi, A. (1996). Effect of feedback intervention on performance : A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological bulletin*, 119(2), 254-284.
- Kluwe, R. H. (1987). Executive decisions and regulation of problem solving behavior. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 31–64). Hillsdale: Erlbaum.
- Lafortune, L. & St-Pierre, L. (1998). *L'affectivité et la métacognition dans la classe*, Bruxelles: De Boeck.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Laveault, D. (2007). De la « régulation » au « réglage » : élaboration d'un modèle d'autoévaluation des apprentissages. In L. Allal et L. Mottier-Lopez (Eds.). *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation* (pp. 207-234). Bruxelles: De Boeck.
- Lealy, S., Lyon, C., Thompson, M., & Wiliam, D. (2005). Classroom assessment: minute-by-minute and day-by-day. *Educational Leadership*, 63(3), 18-24.
- Lebeaume, J. (2009). Les travaux scientifiques expérimentaux pour les classes de 6^e et 5^e. In F. Beorchia, & J-M. Boilevin (Eds.), *Enseignement scientifique et technologique dans l'enseignement obligatoire*. *Aster*, 49, 25-50.
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Latham, G. P., & Locke, E. A. (2007). New developments in directions for goal-setting research. *European Psychologist*, 12(4), 290-300
- Looney, J. W. (2011). *Integrating Formative and Summative Assessment: Progress Toward a Seamless System ?* (OECD Education Working Papers, No.58), OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/19/31/35661078.pdf>
- Mariné, C. & Huet, N. (1998). Techniques d'évaluation de la métacognition. I- Les mesures indépendantes de l'exécution de tâches. II- Les mesures dépendantes de l'exécution de tâches. *L'Année Psychologique*, 98(4), 711-742.
- Marlot, C. (2009). Glissement de jeux d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique de professeurs au CP. *Aster*, 49, 109-136.
- Marlot, C. & Morge, L. (2016). *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*. Rennes: Presses Universitaire de Rennes.
- Mathé, S. (2010). *La «démarche d'investigation dans les collèges français : Elaboration d'un dispositif de formation et étude de l'appropriation de cette nouvelle méthode d'enseignement par les enseignants*. (Thèse de doctorat). Université Paris-Diderot-Paris 7). Retrieved from <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00516314/document>
- Mathé S., Méheut M., De Hosson C. (2008). Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia*, 32, 41-76.
- McMillan, J.H. (2010). The practical implications of educational aims and contexts for formative assessment. In H.L. Andrade & G.J. Cizek (Eds.), *Handbook of formative assessment* (pp. 41-58). New York: Routledge.
- McMillan, J.H. (2013). Why we need research on classroom assessment. In J. H. McMillan (Ed.), *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment* (pp. 3-16). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Mongeau, P. & Hill, J. (1998). Relations entre l'explicitation, l'anticipation et la performance. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(2), 323-334.
- Morge, L. (2016). Les difficultés des enseignants à gérer les phases de conclusion au cours d'une investigation. In C. Marlot & L. Morge (Eds.) *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (pp. 147-159). Rennes: Presses Universitaire de Rennes.
- Morge, L. & Boilevin, J-M. (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie – Collège, Lycée*. Clermont-Ferrand: CRDP d'Auvergne.
- Mory, E. H. (2004). Feedback Research Revisited. In Jonassen, David H. (Ed), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (2nd ed.). (pp. 745-783). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Mottier Lopez, L. (2012). *La régulation des apprentissages en classe*. Bruxelles: De Boeck.
- Mottier Lopez, L. (mai, 2013). *Réguler son enseignement : Pourquoi ? Comment ?* Communication présentée au colloque de l'IFRES : Liège. Retrieved from <http://www.ifres.ulg.ac.be/colloque13/wpcontent/uploads/2013/04/R%C3%A9guler-son-enseignement-mai-2013-VF.pdf>
- Mottier Lopez, L. (2015). *Evaluations formative et certificative des apprentissages*. Bruxelles: De Boeck.
- Nelson, T.O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. M. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: knowing about knowing* (pp. 1-26). Cambridge, MA: MIT Press.
- Nicol, D. & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2) 199-218.
- Nilsson, P. (2015). Learning from a learning study: developing teachers' PCK through collaborative practices. In M. Grangeat (Ed.), *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (pp. 155-168). Rotterdam: Sense Publishers.
- Noël, B. (1997). *La métacognition*. Paris, Bruxelles: De Boeck Université.
- Noël, B. (2001). L'autoévaluation comme composante de la métacognition : essai d'opérationnalisation. In G. Figari, & M. Achouche (2001). *L'activité évaluative réinterrogée. Regards scolaires et socioprofessionnels* (pp. 109-117). Bruxelles: De Boeck.
- Noël, B., Romainville, M. & Wolfs, J. L. (1995). La métacognition : facettes et pertinence du concept en éducation, *Revue Française de Pédagogie*, 112, 47-56.
- Nurra, C., Lepareur, C., & Cross, D. (2014, janvier). Être sur le chemin qui amène à la réussite de la tâche ; lorsque le contexte de mise en place de l'évaluation formative influence le rapport à l'apprentissage. Actes du 26^{ème} colloque de l'ADMEE Europe « Cultures et politiques de l'évaluation en éducation et en formation », 15-17 janvier, Marrakech.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004) Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 994-1020.
- Pansu, P. (2013). Les démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences : des bases théoriques (socio)constructivistes à leur mise en œuvre. In M. Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (pp. 231-236). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.

- Paris, S. G. (2002). When is metacognition helpful, debilitating, or benign? In M. Izaute, P. Chambres, & P.-J. Marescaux (Eds.), *Metacognition: Process, function, and use* (pp. 105–120). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Paris, S. G. & Jacob, J. E. (1984). The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development*, 55(6), 2083-2093.
- Pastori, M. (2013). Faire pratiquer une démarche d'investigation en classe de mathématiques : un exemple de coopération entre enseignants et chercheurs. In M. Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation* (pp. 45-58). Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341.
- Pekrun, R, Goetz, T., Titz, W., & Perry, R P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of quantitative and qualitative research. *Educational Psychologist*, 37, 91-106.
- Perrenoud, P. (1998). From formative evaluation to a controlled regulation of learning processes. Towards a wider conceptual field. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 5(1), 85–102.
- Pintrich, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boeckaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego: academic Press.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R., & Zusho, A. (2002). The development of academic self-regulation: The role of cognitive and motivational factors. In A. Wigfield & J.S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 249–284). San Diego, CA: Academic.
- Poissant, H., Poëllhuber, B., & Falardeau, M. (1994). Résolution de Problèmes, Autorégulation et Apprentissage. *Canadian Journal of Education*, 19(1), 30-44.
- Powel, A. B., Francisco, J. M., & Maher, C. A. (2003). An analytical model for studying the development of learners mathematical ideas and reasoning using videotape data. *Journal of mathematical behavior*, 22, 405-435.
- Puustinen, M. (2005). L'apprentissage autorégulé à l'école maternelle. *Spirales*, 36, 17-26.

- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269-286.
- Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioural Science*, 28(1), 4–13.
- Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherche en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.
- Rogalski, J. (2005). Le travail collaboratif dans la réalisation des tâches collectives. In J. Lautrety & J. F. Richard (Éds), *L'intelligence* (pp. 147-159). Paris: Hermès.
- Rojat, D. (2010). Démarche d'investigation, ressources, travail collectif. Actes des journées DIES, Ressources et travail collectif dans la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences. Lyon : IFE-ENS. Retrieved from <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/dies2010/07-regards-croises/07-1-rojat.pdf>
- Romainville M., (1993). *Savoir parler de ses méthodes, métacognition et performance à l'université*. Bruxelles: De Boeck.
- Romainville, M. (2000). Savoir comment apprendre suffit-il à mieux apprendre ? Métacognition et amélioration des performances. In R. Pallascio & L. Lafortune (Eds.), *Pour une pensée réflexive en éducation* (pp. 71-86). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Ruiz-Primo, M. (2011). Informal formative assessment: The role of instructional dialogues in assessing students' learning. *Studies in Educational Evaluation*, 37, 15-24.
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2006). Informal Formative Assessment and Scientific Inquiry: Exploring Teachers' Practices and Student Learning. *Educational Assessment*, 11(3&4), 237-263.
- Ruiz-Primo, M.A., & Furtak, E.M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57-84.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144.
- Sadler, D. R. (1998). Formative assessment: Revisiting the territory. *Assessment in Education*, 5(1), 77-84.
- Sautot J.-P. (2008). *Le film de classe: entre didactiques et sémiotique*. Limoges: Lambert Lucas.
- Scallon G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Saint-Laurent, Montréal: Éditions du renouveau pédagogique.

- Schneider, W., & Lockl, C. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. In T. J. Perfect & B. L. Schwartz (Eds.), *Applied metacognition* (pp. 224-257). Cambridge, UK: University Press.
- Schraw, G., Dunkle, M. E., Bendixen, L. D., & Roedel, T. D. (1995). Does a general monitoring skill exist? *Journal of Educational Psychology, 87*, 433-444.
- Schraw, G., Dunkle, M. E., Bendixen, L. D., & Roedel, T. D. (1995). Does a general monitoring skill exist? *Journal of Educational Psychology, 87*, 433-444.
- Schunk, D., & Zimmerman, B. (Eds.). (2008). *Self-regulation of learning and performance: issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2006). Stability of teaching patterns in physics instruction: Findings from a video study. *Learning and Instruction, 16*(3), 228-240.
- Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Éléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Sensevy, G. (2008). Le travail du professeur pour la théorie de l'action conjointe en didactique. Une activité située ? *Recherche et Formation, 57*, 39-50.
- Sensevy, G. (2009). Une étude d'un enseignement de la lecture au CP. Esquisse d'articulation de divers types d'analyse. *Revue Française de Pédagogie, 168*, 39-58.
- Sensevy, G. (2011). *Le Sens du Savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Sensevy, G. (2012). Le jeu comme modèle de l'activité humaine et comme modèle en théorie de l'action conjointe en didactique. Quelques remarques. *Nouvelles Perspectives en Sciences Sociales, 7*(2), 105-131.
- Sensevy, G. (2013). Filmer la pratique. Un point de vue de la théorie de l'action conjointe en didactique. In L. Veillard, & A. Tiberghien (Eds.), *Instrumentation de la recherche en Education. Le cas du développement d'une base de vidéos de situation d'enseignement et d'apprentissage ViSA*. Paris : à paraître aux Presses de la MSH. Retrieved from <http://books.openedition.org/editionsmslh/1954?lang=fr>
- Sensevy, G. & Mercier, A. (2007). *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Shavelson, R. J., Yin, Y., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., Young, D. B., Tomita, M. K., Brandon, P. R., & Pottenger, F. (2008). On the role and impact of formative assessment on science inquiry teaching and learning. In J. E. Coffey, R. Douglas, & C. Stearns (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 21-36). Washington, DC: NSTA Press.

- Shepard, L. A. (2009). Commentary: Evaluating the validity of formative and interim assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(3), 32-37.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78, 153-189.
- Son, L. K., & Schwartz, B. L. (2002). The relation between metacognitive monitoring and control. In T. J. Perfect, & B. L. Schwartz (Eds.), *Applied Metacognition* (pp. 15-38). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Spielberger, C.D. (1966). Theory and research on anxiety. In C.D. Spielberger (Ed.), *Anxiety and behavior* (pp.3-20). New York: Academic Press.
- Stiggins, R. J. (2005). From formative assessment to assessment for learning: a path to success in standards-based schools. *Phi Delta Kappan*, 87(4), 324-328.
- Stobart, G. (2008). *Testing Times: The uses and abuses of assessment*. London: Routledge.
- Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., Souassy, N., & Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Eléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (pp. 93-122). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Tiberghien, A., & Sensevy, G. (2012). Video studies: Time and duration in the teaching-learning processes. In J. Dillon & D. Jorde (Eds.) *Handbook The world of science education*, vol. 4 (pp.141-179). Rotterdam, Boston, Taipei: Sense Publishers.
- Torrance, H. & Pryor J. (1998). *Investigating formative assessment; teaching, learning and assessment in the classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Triquet, E., & Guillaud, J.-C. (2011). Démarches scientifiques et démarches d'investigation : point de vue d'enseignants stagiaires de l'IUFM. In M. Grangeat (Ed.) *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 63-76). Lyon: Ecole Normale Supérieure de Lyon.
- Van der Valk, T., & de Jong, O. (2009). Scaffolding Science Teachers in Open-inquiry Teaching. *International Journal of Science Education*, 31(6), 829-850.
- Veenman, M. V. J. (2011). Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: a discussion. *Metacognition and learning*, 6, 205-211.
- Veenman, M.V.J. (2012). Metacognition in science education: Definitions, constituents, and their intricate relation with cognition. In A. Zohar, & Y.J. Dori (Eds.), *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research*, vol.40, (pp. 21-36). Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and Learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3-14.

- Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). La démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : étude de cas au collège. *Revue Française de Pédagogie*, 180, 95-120.
- Vial, M. (1997). La régulation cybernétique et la régulation systémique. *Éducatives - Revue de diffusion des savoirs en éducation*, 12, 52-57.
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. (2e éd.). Bruxelles: De Boeck.
- Vermersch, P. (2003). *L'entretien d'explicitation*. Paris: ESF.
- Vohs, K. D., & Baumeister, R.F. (2004). Understanding self-regulation: An introduction. In R.F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 1-9). New York: Guilford.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- William, D. (April, 1997). *Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes*. Paper presented in Symposium Toward a Theory of Classroom Assessment as the Regulation of Learning at the annual meeting of the American Educational Research Association, Philadelphia.
- William, D. (2007). Keeping learning on track: classroom assessment and the regulation of learning. In F. K. Lester Jr (Ed.), *Second handbook of mathematics teaching and learning* (pp.1053-1098). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- William, D. (2010). An integrative summary of the research literature and implications for a new theory of formative assessment. In H. A. Andrade & G. J. Cizek (Eds.), *Handbook for formative assessment* (pp. 18-40). New York: Routledge.
- William, D. (2011). What is assessment for learning? *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 3-14.
- William, D. (2014, September). *Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes. Toward theory of classroom assessment as the regulation learning*. Symposium conducted at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), Philadelphia.
- William, D & Black, P. (1996). Meanings and Consequences: a basis for distinguishing formative and summative functions of assessment. *British Educational Research Journal*, 22(5), 537-548.
- William, D., & Thompson, M. (2007). Integrating assessment with instruction: What will it take to make it work? In C. A. Dwyer (Ed.), *The future of assessment: Shaping teaching and learning* (pp. 53-82). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Windschitl, M. (2002). Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural and Political Challenges Facing Teachers. *Review of Educational Research*, 72, 131-175.

- Winne, P.H. (1995). Inherent details in self-regulated learning. *Educational psychologist*, 30(4), 173-187.
- Winne, P.H. (1996). A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8, 327-353.
- Winne, P. H. (2011). A cognitive and metacognitive analysis of self-regulated learning. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 15-32). New York: Routledge.
- Winne, P.H., & Perry, N.E. (2000). Measuring self-regulated learning. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation: Theory, research, and applications* (pp. 750-768). San Diego, CA: Academic Press
- Whitebread, D. & Grau Cardenas, V. (2012). Self-regulated learning and conceptual development in young children: the development of biological understanding. In A. Zohar & Y.J. Dori (Eds.). *Metacognition in Science Education: Trends in current research* (pp. 101-132). New York: Springer.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yin, R. K. (2006). Case study methods. In J. L. Green, G. Camilli, & P. B. Elmore (Eds.), *Complementary methods in education research* (pp. 111-122). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25, 3-17.
- Zimmerman, B. J. (2001). Theories of self-regulated-learning and academic achievement: An overview and analysis. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (pp. 1-38). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zimmerman, B. J., Bonner, S., & Kovach, R. (2000). *Des apprenants autonomes : autorégulation des apprentissages*, Louvain-La-Neuve: De Boeck.
- Zimmerman, B. J., & Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning-strategies. *American Educational Research Journal*, 23(4), 614-628.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. *Journal of Educational Psychology*, 80, 284-290.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51-59.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. (2004). Self-regulating intellectual processes and outcomes: A social cognitive perspective. In D. Dai & R. Sternberg (Eds.),

Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development (pp.323-349). Mahwah, NJ:Erlbaum.

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New York: Routledge.

Zohar, A., & Ben David, A. (2008). Paving a clear path in a thick forest : a conceptual analysis of a metacognitive component. *Métacognition and Learning*, 4(3), 177-195.

Zohar, A. & Dori, Y. J. (Eds.). (2012). *Metacognition in science education: Trends in current research*. NY., NY: Springer.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

Rapports et textes officiels :

- Brière, L. & Rudolf, M. (2011). Comparaison entre pays des coûts de l'éducation : des sources de financement aux dépenses. *Éducation & formations*, n° 80 (décembre 2011). Retrieved from http://cache.media.education.gouv.fr/file/revue_80/30/Depp-EetF-2011-80-methodes-internationales-comparer-education-equite_203308.pdf
- CEDRE (2013). Sciences en fin de collège : stabilité des acquis des élèves depuis six ans. Évaluation des acquis des élèves. *Note d'information*, n° 28, juillet 2014. Retrieved from <http://www.education.gouv.fr/cid54837/les-competences-des-eleves-ensciences-experimentales-en-fin-de-college.html>
- CEDRE (2014). Mathématiques en fin de collège : une augmentation importante du pourcentage d'élèves de faible niveau. Évaluation des acquis des élèves. *Note d'information*, n°19, mai 2015. Retrieved from <http://www.education.gouv.fr/cid53630/cedre-2014-mathematiques-en-fin-decollege-une-augmentation-importante-du-pourcentage-d-eleves-de-faible-niveau.html>
- Deaudelin, C., Desjardins, J., Dezutter, O., Thomas, L., Morin, M.-P., Lebrun, J., Hasni, A. et Lenoir, Y. (2007). *Pratiques évaluatives et aide à l'apprentissage des élèves : l'importance des processus de régulation*. Rapport de recherche déposé auprès du Ministère de l'éducation, du loisir, du sport, du fonds québécois de la recherche sur la société et la culture, programme des actions concertées « Persévérance et réussite scolaires ». Sherbrooke: Université de Sherbrooke.
- Hazelkorn, Ellen (2015). *Science Education for Responsible Citizenship* Report of the Science Education Expert Group to the European Commission. Brussels: EC. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf
- IGEN (2013, juillet). *La notation et l'évaluation des élèves éclairées par des comparaisons internationales*. (Rapport n° 2013-072). Retrieved from <http://www.education.gouv.fr/cid74343/la-notation-et-l-evaluation-des-eleves-eclairees-par-des-comparaisons-internationales.html>
- Ministère de l'Éducation Nationale (2000). Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n° 23, Paris.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2005). Programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT, de la physique-chimie. Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, hors série n° 5, Annexe 1, (6-7), Paris.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2007). Programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT, de la physique-chimie. Introduction commune à

- l'ensemble des disciplines scientifiques. *Bulletin Officiel de l'Education Nationale*, hors série n° 6, Annexe 1, (6-7), Paris.
- Ministère de l'Education Nationale (2008). Programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT, de la physique-chimie. Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques. *Bulletin Officiel de l'Education Nationale*, n°6. Paris.
- Ministère de l'Education Nationale (2011). Promotion des disciplines scientifiques et technologiques. *Bulletin Officiel de l'Education Nationale*, n° 10. Paris.
- Ministère de l'Education Nationale (2015). L'enseignement des sciences. À l'école, au collège et au lycée. *De la maternelle au baccalauréat*. Retrieved from <http://www.education.gouv.fr/cid54197/l-enseignement-dessciences.html#Culture%20scientifique%20et%20technologique>
- Monod-Ansaldi R., & Prieur M. (2011). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie*. Rapport d'enquête à l'attention de l'Inspection française de l'éducation (IFE). Lyon : école nationale supérieure. Retrieved from <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-DI/>
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington: The National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: The National Academy Press
- Nuffield Foundation. (2012). *Developing Policy, Principles and Practice in Primary School Science Assessment*. London: Nuffield.
- OCDE (2006). *Evolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques*. Rapport d'orientation du forum mondial de la science. Paris: OCDE. Retrieved from <https://www.oecd.org/fr/sti/sci-tech/37038273.pdf>
- OCDE (2008). *Évaluer l'apprentissage. L'évaluation formative*, Conférence internationale OCDE/CERI, Conférence international « Apprendre au XXIe siècle: recherche, innovation et politiques». Paris : OCDE, pp. 1-28. Retrieved from http://www.education.gouv.fr/archives/2012/refondonslecole/wp-content/uploads/2012/07/rapport_ocde_ceri_evaluer_apprentissage_evaluation_formative_2008.pdf
- OCDE (2015). Indicateur B2 Quelle part de leur richesse nationale les pays consacrent-ils à l'éducation ? *Regards sur l'éducation 2015 : les indicateurs de l'OCDE*, Editions OCDE, Paris. Retrieved from http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/regards-sur-l-education-2015/indicateur-b2-quelle-part-de-leur-richesse-nationale-les-pays-consacrent-ils-a-l-education_eag-2015-18page12
- Porchet, M. (2002, avril). *Les jeunes et les études scientifiques : Les raisons de la désaffection, un plan d'action*. Rapport au Ministre de l'Education Nationale.

Retrieved from <http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/ressources/etudes/pierre-arnoux/porchet1>

PISA (2012). Programme International pour le Suivi des Acquis des Elèves. *PISA 2012 : Faits marquants*. France. Note par pays. OCDE. Retrieved from <https://www.oecd.org/france/PISA-2012-results-france.pdf>

Rocard, M., Cesrmley, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Sciences education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles, Commission Européenne, Direction générale de la recherche. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf

Liste des Tableaux

Tableau 1. Principales distinctions entre la conception initiale de Bloom et la conception élargie de l'évaluation formative selon Allal et Mottier Lopez (2005).....	30
Tableau 2. Etapes de l'étude d'un texte vs. de résolution de problèmes selon Veenman (2012)	62
Tableau 3. Classification des mesures de l'autorégulation selon Focant (2007)	84
Tableau 4. Classification des mesures de l'autorégulation selon Mariné et Huet (1998) ..	85
Tableau 5. Modélisation de l'évaluation formative à visée de régulation dans le cadre des ESFI.....	109
Tableau 6. Groupe de sujets et anonymisation	125
Tableau 7. Grille d'évaluation de la première séance de SVT	129
Tableau 8. Grille d'évaluation modifiée de la deuxième séance de SVT	129
Tableau 9. Grille d'autoévaluation de la première séance de mathématiques	131
Tableau 10. Tableau de progression de la deuxième séance de mathématiques	132
Tableau 11. Codes enseignants et élèves, dates et durées des enregistrements	145
Tableau 12. Codes de transcription	147
Tableau 13. Traduction des cinq stratégies clé de l'évaluation formative développées par Wiliam (2010)	157
Tableau 14. Grille d'indicateurs de pratiques d'évaluation formative	158
Tableau 15. Grille d'indicateurs de régulation des apprentissages liés aux aspects cognitifs	160
Tableau 16. Grille d'indicateurs des aspects motivationnels et affectifs de l'autorégulation	162
Tableau 17. Grille d'indicateurs des modalités de régulation	163
Tableau 18. Nombre d'occurrences des indicateurs de régulation motivationnelle et affective pour l'ensemble des groupes d'élèves observés.....	237
Tableau 19. Résumé des éléments distinctifs dans la conduite des ateliers	250
Tableau 20. Résumé des modalités d'évaluation formative identifiées pour chacun des intervenants.....	262
Tableau 21. Répartition des temps d'interactions entre les intervenants	263
Tableau 22. Mise en correspondance des stratégies d'évaluation formative dispensées par les intervenants dans chaque groupe avec les processus d'autorégulation des élèves	264
Tableau 23. Spécification de la provenance des feedback pour les deux groupes d'élèves	267
Tableau 24. Temps de désengagement par rapport à la durée totale du travail de groupe.....	268
Tableau 25. Evaluation formative combinée à l'activité de démarche d'investigation ...	289

Liste des Figures

Figure 1. Continuum des évaluations formatives d'après Shavelson et al. (2008)	33
Figure 2. Aspects de l'évaluation formative d'après Wiliam et Thompson (2007)	44
Figure 3. Modèle de l'évaluation liée aux objectifs formatifs (Harlen, 2013, p.21 ; 2006)50	
Figure 4. Représentation schématique de la boucle de feedback d'après Carver et Scheier (1999)	72
Figure 5. La persistance <i>versus</i> l'abandon dans l'exécution d'une tâche (Carver, 1998)..	73
Figure 6. Plans constitutifs de la microculture de classe selon Mottier Lopez (2012, p.39)	98
Figure 7. Barème et critères de réussite de la deuxième séance de SVT	130
Figure 8. Grille d'autoévaluation de la première séance de SPC	134
Figure 9. Grille d'autoévaluation modifiée de la deuxième séance de SPC	136
Figure 10. Illustration d'un plateau de jeu de la situation de recherche « chasse-taupe »	138
Figure 11. Illustration d'un plateau de jeu de la situation de recherche « promenons-nous dans la grille »	140
Figure 12. Interface du logiciel Transana.....	148
Figure 13. Structure de la base de données « thèse »	150
Figure 14. Représentation graphique du codage par mots-clés en fonction de la temporalité de la séance.....	152
Figure 15. Modèle de l'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation : élaboré à partir des cadres conceptuels de Wiliam (2010) et Carver & Scheier (1999)	164
Figure 16. Mesures de discrimination des modalités d'évaluation pour caractériser les axes	170
Figure 17. Projection des différentes modalités d'évaluation formative dans le plan orthogonal.....	171
Figure 18. Projection des séances d'enseignement dans le plan orthogonal.....	173
Figure 19. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignante 1	178
Figure 20. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 2	183
Figure 21. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 4	189
Figure 22. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignant 2	201
Figure 23. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 1	202

Figure 24. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignant 2	209
Figure 25. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 2	210
Figure 26. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la première séance mise en œuvre par l'enseignant 4	215
Figure 27. Répartition des mots-clés pour chaque catégorie d'indicateurs en fonction du déroulé temporel de la deuxième séance mise en œuvre par l'enseignant 4	216
Figure 28. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignante 1	221
Figure 29. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignante 1	223
Figure 30. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignant 2	224
Figure 31. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignant 2	225
Figure 32. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation ordinaires et des processus d'autorégulation identifiés lors de la première séance de l'enseignante 4	226
Figure 33. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation élaborées et des processus d'autorégulation identifiés lors de la deuxième séance de l'enseignante 4	227
Figure 34. Répartition en pourcentage des modalités d'évaluation formative mises en œuvre lors des deux séances	231
Figure 35. Répartition en pourcentage des processus d'autorégulation identifiés lors deux séances	234
Figure 36. Représentation de la durée d'encodage de chaque processus cognitif pour l'ensemble des séances d'enseignement	235
Figure 37. Durée des indicateurs d'engagement dans la tâche pour l'ensemble des séances	238
Figure 38. Répartition en pourcentage des modalités de régulation identifiées lors des deux séances	239
Figure 39. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux ateliers conduits par les médiateurs scientifiques	244
Figure 40. Répartition de la durée d'encodage de chaque indicateur d'évaluation formative pour les deux ateliers	252
Figure 41. Répartition des modalités de régulations des élèves dans les deux groupes observés	266
Figure 42. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 3	351
Figure 43. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 5	354

Table des matières

Introduction générale	7
Partie A - ANCRAGE THEORIQUE.....	11
Chapitre I - Le renouvellement de l'enseignement des sciences en France.....	13
1. Les préconisations relatives aux ESFI.....	14
1.1. Revue des récentes évolutions des programmes et textes officiels.....	14
1.2. Le point de vue de la recherche	17
1.2.1. <i>Caractérisations de la démarche d'investigation.....</i>	<i>18</i>
1.2.2. <i>L'appropriation des prescriptions par les enseignants.....</i>	<i>19</i>
2. La démarche d'investigation en question : implications.....	20
2.1. Le besoin de formation des enseignants.....	20
2.2. Discuter l'efficacité des démarches d'investigation.....	21
2.3. Perspectives de recherche	23
Chapitre II - Les processus qui sous-tendent l'évaluation sommative et formative.....	27
1. Les distinctions opérées entre l'évaluation sommative et formative	27
1.1. L'évolution conceptuelle de l'évaluation	27
1.1.1. <i>L'évaluation sommative.....</i>	<i>27</i>
1.1.2. <i>L'évaluation formative</i>	<i>29</i>
1.2. La question de la temporalité dans la mise en œuvre d'une évaluation	32
1.3. L'articulation entre l'évaluation formative et sommative	33
1.4. L'évaluation <i>pour</i> les apprentissages (<i>Assessment for learning</i>).....	34
2. Un élément clé de l'évaluation formative : le feedback	36
2.1. Définitions	36
2.2. Les conditions d'efficacité du feedback	38
2.3. Le contexte de classe	39
2.4. Synthèse sur le feedback.....	41
3. Catégoriser les pratiques d'évaluation formative	41
3.1. Les aspects de l'évaluation formative d'après Wiliam et Thompson (2007)	42
3.2. Vers la caractérisation d'indicateurs	45
3.2.1. <i>Clarifier, partager et faire comprendre les intentions d'apprentissage et les critères de réussite</i>	<i>45</i>
3.2.2. <i>Organiser des discussions, activités et tâches qui produisent des preuves sur les apprentissages....</i>	<i>46</i>
3.2.3. <i>Donner un feedback qui fait progresser les élèves.....</i>	<i>46</i>
3.2.4. <i>Inciter les élèves à être responsables de leurs apprentissages.....</i>	<i>47</i>
3.2.5. <i>Inciter les élèves à être des personnes ressources pour leurs pairs</i>	<i>48</i>
3.2.6. <i>Synthèse du modèle des cinq stratégies</i>	<i>48</i>
3.3. L'évaluation formative dispensée dans le cadre des ESFI	49
4. Conclusion du chapitre II	51
Chapitre III - L'identification des processus d'autorégulation	53
1. L'étude des processus d'autorégulation des apprentissages	53
1.1. Fondements des études sur la métacognition.....	53

1.1.1. Origine du concept de métacognition	54
1.1.2. Distinguer la cognition de la métacognition	55
1.1.3. Les métaconnaissances ou connaissances métacognitives	57
1.1.4. Les régulations métacognitives	58
1.1.5. Les expériences métacognitives	60
1.1.6. Les compétences métacognitives	61
1.2. Les incitations métacognitives	63
1.2.1. De l'hétérorégulation à l'intériorisation progressive des fonctions métacognitives	63
1.2.2. La prise de conscience.....	64
1.2.3. L'explicitation de l'action	65
1.2.4. L'explicitation des régulations métacognitives	66
1.3. De la métacognition à l'autorégulation des apprentissages	66
1.3.1. Le concept d'apprentissage autorégulé ou self-regulated learning (SRL).....	67
1.3.2. Une articulation conjointe des dimensions cognitives et motivationnelles	68
1.3.3. Des indicateurs pour étudier les composantes motivationnelles et affectives.....	69
2. Les modèles de l'autorégulation.....	71
2.1. La théorie du contrôle.....	71
2.2. La théorie des buts.....	74
2.3. Les régulations dysfonctionnelles	75
2.4. Synthèse sur les modèles de l'autorégulation	76
3. Les méthodes d'analyse de l'autorégulation.....	77
3.1. Classification des mesures en fonction du mode d'administration (Focant, 2007)	78
3.1.1. Les mesures rapportées et auto-rapportées.....	78
3.1.2. Les mesures comportementales et indicielles	79
3.2. Classification des mesures en fonction du caractère dépendant ou indépendant de la tâche (Mariné & Huet, 1998).....	81
3.2.1. Les mesures indépendantes de l'exécution des tâches	81
3.2.2. Les mesures dépendantes de l'exécution des tâches	82
3.3. Synthèse des classifications de Focant (2007) et de Mariné et Huet (1998)	84
3.4. L'évaluation des connaissances métacognitives selon Veenman (2012)	85
3.5. Conclusion sur les mesures.....	86
4. Conclusion du chapitre III.....	87

Chapitre IV - L'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation des apprentissages dans le cadre des ESFI.....89

1. Régulation de l'enseignement et de l'apprentissage	89
1.1. Une visée d'autonomisation progressive	90
1.1.1. L'étayage social.....	90
1.1.2. L'apprentissage de l'autorégulation.....	91
1.1.3. La temporalité des régulations en fonction des objectifs.....	92
1.2. Les médiateurs de la régulation en situation de résolution de problème.....	93
1.2.1. L'interaction enseignant/ élève.....	94
1.2.2. L'interaction élève/ élève	94
1.2.3. L'interaction élève / outils matériels.....	95
1.3. Synthèse sur les médiateurs de la régulation	96
2. La conception des ressources et la structuration des situations	97
2.1. Une approche de l'apprentissage situé	97
2.2. Analyser l'action didactique : la TACD.....	99
2.2.1. La dynamique contrat-milieu	99

2.2.2. <i>Le jeu didactique</i>	100
2.2.3. <i>Un quadruplet de descripteurs du jeu didactique</i>	101
2.2.4. <i>Un triplet pour caractériser les jeux d'apprentissage</i>	102
2.3. La construction du milieu didactique dans le cadre des démarches d'investigation.....	103
3. Modélisations de l'évaluation formative pour soutenir l'autorégulation des apprentissages	104
3.1. Le modèle de Clark (2012).....	105
3.2. Le modèle de Nicol et Macfarlane-Dick (2006).....	106
3.3. Une modélisation de l'évaluation formative à visée de régulation dans le cadre des ESFI ...	108
Chapitre V - Perspectives de recherche, problématique et hypothèses de travail.....	111
1. Problématique	111
2. Questions de recherche	113
3. Hypothèses de recherche.....	114
4. Opérationnalisation	115
Partie B - METHODOLOGIE : IDENTIFIER LES PRATIQUES, MESURER LES PROCESSUS.....	117
Chapitre I - Contexte de la recherche et groupe de sujets	119
1. Présentation du contexte de la recherche.....	119
1.1. Le dispositif LéA EvaCoDICE	119
1.1.1. <i>Structure du projet et modalités de travail</i>	120
1.1.2. <i>Contenu de formation des deux premières années du dispositif</i>	121
1.2. La structure fédérative Maths à Modeler.....	122
1.2.1. <i>Les situations de recherche</i>	122
1.2.2. <i>Les ateliers Maths à Modeler</i>	123
2. Le choix du groupe de sujets.....	124
2.1. Deux établissements classés en Réseaux Réussite Scolaire	124
2.2. Caractéristiques des enseignants	125
2.3. Caractéristiques des médiateurs Maths à Modeler.....	125
2.4. Caractéristiques des élèves	126
3. Présentation des séances d'enseignement fondées sur l'investigation.....	127
3.1. La séance de SVT : Le moteur des éruptions volcaniques	128
3.1.1. <i>1^{ère} mise en œuvre</i>	128
3.1.2. <i>2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées</i>	129
3.2. La séance de mathématiques : Le nombre de diagonales d'un polygone.....	130
3.2.1. <i>1^{ère} mise en œuvre</i>	130
3.2.2. <i>2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées</i>	131
3.3. La séance de SPC : La température de l'eau portée à ébullition	133
3.3.1. <i>1^{ère} mise en œuvre</i>	133
3.3.2. <i>2^{ème} mise en œuvre : modifications apportées</i>	134
3.4. Ateliers Maths à Modeler	136
3.4.1. <i>Chasse-Taupé</i>	138
3.4.2. <i>Promenons-nous dans la grille</i>	139

Chapitre II - Méthodologie de recueil des données.....	141
1. Matériel et format de données	141
1.1. Format des données	141
1.2. Matériel de recueil vidéo	142
2. La procédure de recueil des données	142
2.1. L'étude de cas	142
2.2. Le choix du temps de film	143
2.3. La disposition des caméras	143
2.4. Calendrier des prises de données	144
2.5. La transcription des vidéos	146
2.6. La structuration du corpus	148
2.6.1. Le logiciel Transana.....	148
2.6.1.a. L'interface	148
2.6.1.b. Les séries	149
2.6.1.c. Les collections	150
2.6.2. Le codage des données	151
2.6.2.a. Les mots-clés	151
2.6.2.b. La représentation graphique	151
2.6.3. L'exportation des données.....	152
Chapitre III - La production des résultats	153
1. Le codage des données vidéo	153
1.1. Le choix du grain d'analyse.....	153
1.2. Le découpage en phases organisationnelles (échelle <i>méso</i>)	154
1.2.1. Modalités d'interaction	155
1.2.2. Phases d'activité.....	155
1.2.3. Responsabilité et avancée du savoir dans classe	156
1.3. Les indicateurs d'évaluation formative et de régulation des apprentissages (échelle <i>micro</i>).....	156
1.3.1. Catégorisation des mots-clés relative à l'évaluation formative	156
1.3.2. Catégorisation des mots-clés relative aux processus d'autorégulation	159
1.4. Esquisse d'un modèle d'évaluation pour soutenir la régulation des apprentissages.....	163
2. Le traitement et l'analyse des données	165
2.1. L'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM).....	165
2.2. Entre mises en correspondances et comparaisons	166
Partie C - RESULTATS.....	167
Chapitre I - Analyse exploratoire des pratiques d'évaluation formative	169
1. Définition des axes.....	169
2. Description du plan	171
3. Description du profil des enseignants.....	172
3.1. Une première caractérisation des pratiques d'évaluation formative	174
3.2. Sélection des séances d'enseignement distinctives	175
Chapitre II - Caractériser les séances dans lesquelles s'inscrivent les pratiques évaluatives	177
1. La séance de SVT : Les moteurs des éruptions volcaniques	177
1.1. Description des phases organisationnelles.....	178

1.2. Avancée du savoir dans la classe	180
1.3. Ce qu'il faut retenir de la séance de SVT	182
2. La séance de mathématiques : les diagonales d'un polygone	182
2.1. Description des phases organisationnelles.....	182
2.2. Avancée du savoir dans la classe	184
2.3. Mise en perspective des deux séances de mathématiques	187
3. La séance de SPC : La température de l'eau portée à ébullition.....	188
3.1. Description des phases organisationnelles.....	188
3.2. Avancée du savoir dans la classe	190
3.3. Mise en perspective des deux séances de SPC	192
4. Caractérisation des séances d'enseignement étudiées	192
4.1. Séances d'investigation mises en œuvre lors de la première année.....	193
4.1. Séances d'investigation mises en œuvre lors de la deuxième année	195

Chapitre III - Effets de différentes modalités d'évaluation formative sur l'autorégulation des apprentissages 199

1. Analyse des épisodes interactionnels : échelle <i>micro</i>	200
1.1. Analyse des séances de l'enseignante de SVT (P1).....	201
1.1.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative	203
1.1.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères.....	205
1.1.3. Régulations cognitive et motivationnelle des élèves.....	206
1.1.4. Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI.....	208
1.2. Analyse des séances de l'enseignant de mathématiques (P2).....	208
1.2.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative	210
1.2.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères.....	211
1.2.3. Régulations cognitive et motivationnelle des élèves.....	212
1.2.4. Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI.....	214
1.3. Analyse des séances de l'enseignante de SPC (P4)	215
1.3.1. Comparaison des modalités d'évaluation formative	216
1.3.2. Introduction du support d'évaluation et présentation des critères.....	218
1.3.3. Régulations cognitive et motivationnelle des élèves.....	219
1.3.4. Apparition des processus par rapport aux étapes de la DI.....	220
2. Mise en perspective des résultats avec l'AFCM.....	221
2.1. P1 : une focalisation sur l'évaluation des connaissances	221
2.2. P2 : une focalisation sur la compréhension et l'avancée dans la tâche	223
2.3. P4 : une focalisation sur les buts et la compréhension	226
2.4. Des modalités d'évaluation combinées à la démarche d'investigation.....	228
3. Analyse des régularités	229
3.1. Rapport séquentiel des stratégies d'évaluation formative	230
3.1.1. Caractérisation des modalités d'évaluation formative ordinaires	231
3.1.2. Caractérisation des modalités d'évaluation formative élaborées	232
3.2. Rapport séquentiel des processus d'autorégulation	233
3.2.1. Focus sur les processus cognitifs	234
3.2.2. Focus sur les processus motivationnels et affectifs.....	236
3.2.3. Comparaisons des modalités de régulation.....	239
4. Conclusion sur les pratiques favorables à l'autorégulation des élèves	241

Chapitre IV - Eclairage du côté des situations d'enseignement Maths à Modeler	243
1. Structuration des ateliers et partage des responsabilités	244
1.1. Organisation des séances	244
1.2. Répartition des rôles entre médiateurs et enseignant	245
1.2.1. Responsabilités confiées au médiateur expert	246
1.2.2. Responsabilités confiées aux médiateurs novices.....	248
1.2.3. Différences de gestion des ateliers.....	250
2. La gestion et le contenu des interactions avec le groupe observé	251
2.1. Stratégies d'évaluation formative	252
2.2. Etude des épisodes interactionnels	254
2.2.1. Interactions médiateur expert / groupe.....	254
2.2.2. Interactions enseignant/ médiateurs novices -groupe.....	257
2.2.3. Synthèse de l'analyse des épisodes interactionnels.....	262
3. Analyse de l'activité des élèves.....	264
3.1. Régulations cognitives.....	264
3.2. Analyse de l'engagement dans la tâche	267
4. Conclusion du chapitre IV	269
Chapitre V - Discussion des résultats et perspectives pour une application pratique.....	271
1. Réponses aux questions de recherche et discussion des résultats	271
1.1. L'enjeu empirique	271
1.1.1. Etude principale.....	271
1.1.2. Etude complémentaire.....	275
1.2. L'enjeu méthodologique	277
1.2.1. La méthode de recueil.....	277
1.2.2. Les indicateurs d'évaluation formative.....	278
1.2.3. Les indicateurs d'autorégulation des apprentissages	280
2. Limites de la recherche	283
3. Combiner l'évaluation formative à l'activité d'investigation	286
3.1. Quels leviers pour soutenir l'autorégulation des apprentissages dans les ESFI ?	286
3.2. Quelles implications pour la formation des enseignants ?	290
Conclusion	293
Bibliographie	297
Liste des Tableaux	321
Liste des Figures.....	323
Table des matières	325
Annexes	331

Annexes

ANNEXE 1 : Feuilles d'activité	332
ANNEXE 2 : Transcription séance 1 - Enseignante 3	343
ANNEXE 3 : Analyses de l'organisation des séances de l'enseignante 3	351
ANNEXE 4 : Analyses de l'organisation des séances de l'enseignante 5	354
ANNEXE 5 : Analyse micro : les séances de l'enseignante 3	357
ANNEXE 6 : Analyse micro : les séances de l'enseignante 5	359
ANNEXE 7 : Durée totale d'encodage des phases organisationnelles	361
ANNEXE 8 : Durée totale d'encodage des modalités d'évaluation formative	362
ANNEXE 9 : Durée totale d'encodage des processus cognitifs d'autorégulation	363
ANNEXE 10 : Durée totale d'encodage des indicateurs d'engagement	364
ANNEXE 11 : Nombre d'occurrences des indicateurs motivationnels et affectifs	365
ANNEXE 12 : Spécification de la provenance des feedback	366
ANNEXE 13 : Répartition en pourcentage des modalités de régulations	367
ANNEXE 14 : Analyse méso/micro : Atelier du médiateur scientifique expert	369
ANNEXE 15 : Analyse méso/micro : Atelier des médiateurs scientifiques novices	370

ANNEXE 1 : Feuilles d'activité

a) Feuille d'activité élèves de la première séance de SVT

Activité 6 Les « moteurs » des éruptions

Problème : Qu'est-ce qui permet au magma de remonter lors des éruptions ?

Expérience 1 :

Un erlenmeyer est rempli au 2/3 d'eau du robinet.

On dépose un cachet effervescent dedans et on rebouche aussitôt l'erlenmeyer hermétiquement* avec un bouchon.*

(Effervescent* = qui produit des gaz en présence d'eau ; hermétiquement* = bouché pour ne rien laisser passer)

1. **Décris** en faisant une phrase le résultat de cette expérience.
2. Grâce à cette expérience et à tes observations des vidéos d'éruptions la séance dernière, **raisonne** quant au 1^{er} « moteur » des éruptions volcaniques.
3. Imagine et **schématise** une expérience témoin afin de prouver ton raisonnement.

Expérience 2 :

Dans deux pots en verre on dépose de l'huile colorée (= mélange d'huile + poudre de craie).

Au- dessus on fait couler délicatement de l'huile non colorée (plus légère).

On dépose un pot au dessus d'une bougie allumée et on attend quelques minutes.

L'autre pot est déposé au dessus d'une bougie éteinte.

1. **Décris** le résultat de cette expérience au bout de quelques minutes pour chaque pot.
2. Grâce à cette expérience et au fait que tu saches que la lave qui sort d'un volcan est très chaude, **raisonne** quand au second « moteur » des éruptions volcaniques
3. **Rédige** une phrase de conclusion qui répond au problème de l'activité.

compétences	1	2	3
Décrire			
Raisonner			
Schématiser			
Rédiger une conclusion			

Activité 06 Les « moteurs » des éruptions volcaniques

Problème : Qu'est-ce qui permet au magma de remonter lors des éruptions ?

Formulez des **hypothèses*** pour répondre au problème posé.

Hypothèse = phrase affirmative qui répond à un problème « je pense que ... »

Expérience n°1 (= modélisation n°1)

Un erlenmeyer est rempli au 2/3 d'eau du robinet.

On dépose un cachet effervescent dedans et on rebouche aussitôt l'erlenmeyer hermétiquement* avec un bouchon.*

(Effervescent* = qui produit des gaz en présence d'eau ; hermétiquement* = bouché pour ne rien laisser passer)

1. **Décris** cette expérience.
2. Imagine et **schématise** une expérience témoin afin de compléter cette expérience.
3. Que représentent dans la réalité les différents éléments utilisés dans notre modèle.
4. Grâce à ces expériences et à tes observations des vidéos d'éruptions, **raisonne** quant au 1^{er} « moteur » des éruptions volcaniques.

Expérience 2 : (modélisation n°2)

Dans deux pots en verre on dépose de l'huile colorée (= mélange d'huile + poudre de craie).

Au-dessus on fait couler délicatement de l'huile non colorée (plus légère).

On dépose un pot au-dessus d'une bougie allumée et on attend quelques minutes.

L'autre pot est déposé au-dessus d'une bougie éteinte.

1. **Décris** le résultat de ces expériences au bout de quelques minutes pour chaque pot.
2. Que représentent dans la réalité les différents éléments utilisés dans notre modèle.
3. Grâce à ces expériences et au fait que tu saches que la lave qui sort d'un volcan est très chaude, **raisonne** quant au 2nd « moteur » des éruptions volcaniques.
4. **Rédige** une phrase de conclusion qui répond au problème de l'activité.

Barème et critères de réussite

- **Raisonner** (hypothèses, déduction).
 - 0 = pas d'hypothèse / 1 = hypothèse présente / 2= hypothèse « introduite » correctement / 3= hypothèse pertinente par rapport au problème posé.
 - 0= raisonnement absent ou incohérent / 1= déduction seule (réponse directe : le moteur ...est) / 2= utilisation des connaissances précédentes ou des observations / 3= 3 étapes présentes : je sais que, j'ai vu que... donc j'en déduis que ...

- **Rédiger** (décrire, mise parallèle des éléments des modèles et de la réalité, conclusion).
 - 0= pas de description ou incohérente / 1 = réponses décrivant en partie / 2 = réponses partielles mais rédigées/ 3= réponse rédigée et complète.
 - 0= éléments du modèle incomplet / 1 = éléments du modèle indiqués / 2 = éléments du modèle et de la réalité indiqués / 3= éléments du modèle et de la réalité légendés clairement.
 - 0 = pas de conclusion ou hors sujet / 1 = présence d'un « essai » de conclusion / 2= conclusion rédigée / 3= conclusion rédigée répondant au problème posé.

- **Communiquer par un schéma**
 - 0= pas de schéma ou hors sujet / 1 = dessin seul / 2 = dessin + légendes / 3= dessin + légendes + titre

- **S'informer** (extraire des informations d'un fait observé).
 - 0= pas d'information extraite ou hors sujet / 1 = informations incomplètes/ 2 = informations complètes mais non mise en lien avec le problème / 3= informations complètes et mise en lien avec le problème

compétences	0	1	2	3
Raisonner				
Rédiger				
Communiquer par un schéma				
S'informer				

c) Enoncé d'activité de la première séance de mathématiques

Démarche de recherche.				
Je suis capable de comprendre le problème, de commencer des recherches				
Je suis capable d'émettre des hypothèses, des conjectures				
Je suis capable de mener un raisonnement cohérent, de faire une preuve				
Je sais communiquer ma démarche par écrit ou par oral				
Je fais preuve d'initiative, d'autonomie				
Je suis capable de rester concentré, de travailler dans le calme				

Enoncé :

Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?
Autrement dit, donne un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.
Explique ta démarche. (tu laisseras toutes tes recherches)

d) Enoncé d'activité de la deuxième séance de mathématiques

Enoncé :

Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?
Autrement dit, donne un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.
Explique ta démarche. (tu laisseras toutes tes recherches)

e) Tableau de progression de la deuxième séance de mathématiques

	1	2	3	4
	J'ai bien compris ce qu'on cherchait, j'ai fait des essais, j'ai eu des idées	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais j'ai fait des erreurs dans mes recherches, j'ai eu des idées.	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais je n'ai pas su comment démarrer. Je n'avais pas d'idée.	Je n'ai pas compris ce qu'on cherchait, je n'ai pas su démarrer.
Comprendre le problème, faire des recherches, faire preuve d'initiative, être original.				
	1 J'ai donné des réponses ou voté pour des réponses (vraies ou fausses), j'ai proposé des méthodes.	2 J'ai voté pour des réponses, mais, pour certaines d'entre elles, je ne savais pas pourquoi.	3 J'ai voté pour des réponses un peu au hasard.	4 Je n'ai pas voté.
Donner des réponses, émettre des hypothèses ou conjectures, formuler des questions.				
	1 J'ai trouvé, plusieurs fois, des raisonnements corrects pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien était fausse.	2 J'ai trouvé, une seule fois, un raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse	3 Je n'ai trouvé aucun raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse.	4 Je n'ai pas cherché de raisonnement.
Prouver que c'est vrai, prouver que c'est faux.				
	1 J'ai rédigé mes raisonnements, ils étaient corrects, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	2 J'ai rédigé mes raisonnements, il y avait des erreurs, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	3 J'ai écrit des réponses, mais c'était faux, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	4 Je n'ai pas écrit de réponse, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat.
Communiquer par écrit ou par oral.				

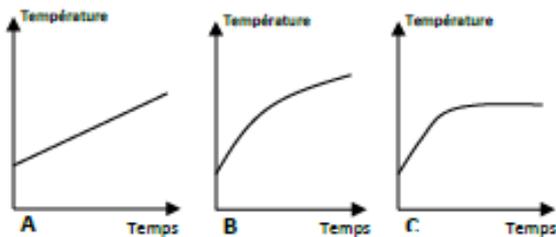
Démarche d'investigation : Chauffer l'eau

A/ Question : Comment varie la température de l'eau lorsqu'on la chauffe ?

B/ Hypothèse :

- Observe les graphiques ci-dessous représentant l'évolution de la température de l'eau au cours du chauffage et leur description
- Associe chaque description à un graphique (ci-dessous, à droite)

Graphiques :



Descriptions :

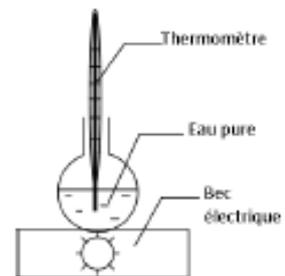
- La température de l'eau augmente puis garde la même valeur : C'est le graphique ____
- La température de l'eau augmente rapidement puis elle augmente plus lentement : c'est le graphique ____
- La température de l'eau augmente régulièrement : c'est le graphique ____

- Entoure le graphique qui, selon toi, décrit l'évolution de la température de l'eau au cours du chauffage et justifie ton choix : *J'ai choisi le graphique __ car/parce que* _____

- D'après toi, à quelle température bout l'eau ? _____

C/ Expérience : Protocole

- placez environ 100 mL d'eau dans un ballon, posez-le sur la plaque-chauffante et coincez-le dans le support métallique.
- placez un thermomètre dans le ballon à l'aide d'une pince en bois. Le réservoir (bas du thermomètre) doit bien être au milieu du ballon.
- lorsque le professeur le signale, placez le bouton du thermostat sur 6 puis immédiatement, mesurez la température de l'eau. **Mesurez cette température toutes les minutes et écrivez les mesures dans le tableau.**



D/ Mesures :

Temps (min)	0	1															
Température (°C)																	
Etat de l'eau (S,L,G)																	

E/ Interprétation :

- A priori, à quel graphique correspondent les mesures effectuées ? Justifie ta réponse. _____

- Vérifie ta réponse en réalisant le graphique sur du papier millimétré. (Aide : livre page _____)

F/ Conclusion :

Au verso, réponds à la question posée et précise si ton hypothèse est confirmée ou non.

Comment varie la température de l'eau lorsqu'on la chauffe ?

NOM :

Prénom

Classe :

		Expert ●●	Apprenti ●	Débutant ●	Non initié ●
Rai- sonner	Hypothèse	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense et je justifie mon choix à l'aide de ce que je sais	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense observer et je n'arrive pas à l'expliquer		Je n'ai pas choisi d'hypothèse
	Interprétation	Je commente le tableau et je trouve le graphique correspondant	Je trouve le graphique qui correspond au tableau mais je ne l'explique pas	Le graphique que j'ai choisi ne correspond pas aux valeurs du tableau	Je n'ai pas choisi de graphique
	Conclusion	Ma conclusion répond à la question posée. Je suis capable de dire si mon hypothèse est confirmée ou non en expliquant pourquoi	Ma conclusion répond à la question posée. Je suis capable de dire si mon hypothèse est confirmée ou non.	Conclusion sans lien avec les observations, avec la question ou avec l'hypothèse	Je n'ai pas écrit de conclusion
Autonomie		Mon travail est efficace et je respecte les règles de vie collective	Je demande de l'aide après avoir cherché, Je respecte les règles de vie collective	J'ai besoin de rappels à la règle pour avancer mais je fournis le travail attendu	Ne fait rien ou dérange le groupe
Réaliser		Graphique construit en respectant les conventions (axes, titre, graduations..)	Point placés correctement mais graphique incomplet	Points mal placés, graphique incomplet	Graphique absent

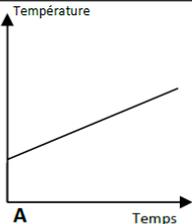
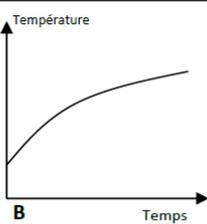
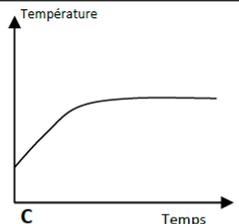
Démarche d'investigation : Chauffer l'eau 

Comment varie la température de l'eau lorsqu'on la chauffe ?

I. Hypothèse :

Remarque : le chauffage est réglé au maximum et l'énergie fournie par l'appareil de chauffage à l'eau ne varie pas au cours du temps.

- Découpe et colle sous chaque graphique la description de la façon dont évolue la température au cours du temps.
- Découpe et colle sous chaque graphique le modèle correspondant.

	Proposition 1	Proposition 2	Proposition 3
Graphique	 <p>A</p>	 <p>B</p>	<p>1</p>  <p>C</p>
Description			
Modèle physique Le physicien modélise le phénomène que nous allons étudier :			

- Entoure le graphique qui, selon toi, décrit l'évolution de la température de l'eau au cours du chauffage.
- Pourquoi n'as-tu pas choisi les deux autres ? _____

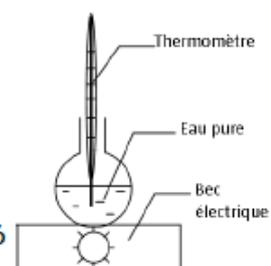
Définition de l'ébullition : L'ébullition est une vaporisation rapide au cours de laquelle des bulles se forment à la surface et au sein du liquide. La surface de celui-ci n'est plus plane.

- D'après toi, à quelle température bout l'eau ? _____

	Niveau expert ••	Niveau apprenti •	Niveau débutant •	Non initié •
Interprétation (avant expérience)	J'ai associé correctement les graphiques et leurs modèles	J'ai associé correctement seulement un graphique et son modèle	J'ai associé les graphiques au hasard	
hypothèse	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense et je justifie mon choix à l'aide de ce que je sais	J'ai choisi un graphique qui décrit ce que je pense observer et je n'arrive pas à l'expliquer		Je n'ai pas fait de prévision

II. Expérience : Protocole

- placez environ 100 mL d'eau dans un ballon, posez-le sur la plaque-chauffante et coinciez-le dans le support métallique.
 - placez un thermomètre dans le ballon à l'aide d'une pince en bois.
- Le réservoir (bas du thermomètre) doit bien être au milieu du ballon.
- lorsque le professeur le signale, placez le bouton du thermostat sur 6 puis immédiatement, mesurez la température de l'eau. **Mesurez cette température toutes les minutes** et écrivez les mesures dans le tableau.



III. Les mesures

Temps en min	0	1																
Température en °C																		
La surface de l'eau est-elle plane ? Oui/non																		

Autonomie	Mon travail est efficace et je respecte les règles de vie collective	Je demande de l'aide après avoir cherché. Je respecte les règles de vie collective	J'ai besoin de rappels à la règle pour avancer mais je fournis le travail attendu	Je ne fais rien ou je dérange le groupe
-----------	--	---	---	---

Réaliser	Graphique construit en respectant les conventions (axes, titre, graduations..)	Point placés correctement mais graphique incomplet	Points mal placés, graphique incomplet	Graphique absent
----------	--	--	--	------------------

IV. Interprétation :

- D'après le tableau, à quel graphique correspondent les mesures effectuées ? Justifie ta réponse.

- Vérifie ta réponse en réalisant le graphique sur du papier millimétré. (Aide : livre p 216)

Interprétation	Je trouve le graphique correspondant et je fais le lien avec le phénomène que j'observe	Je trouve le graphique qui correspond au tableau mais je ne l'explique pas	Le graphique que j'ai choisi ne correspond pas aux valeurs du tableau	Je n'ai pas choisi de graphique
----------------	---	--	---	---------------------------------

V. Conclusion :

- Comment varie la température de l'eau lorsqu'on la chauffe ?

- Quel phénomène observes-tu lorsque la température ne varie plus ?

- Recopie la description du modèle qui correspond à la courbe que tu as tracée.

- Ton hypothèse est-elle confirmée ou infirmée ? Argumente ta réponse à l'aide de tes résultats expérimentaux.

Etiquettes à découper

<p>La température de l'eau augmente puis garde la même valeur.</p>	<p>La température de l'eau augmente rapidement puis elle augmente plus lentement.</p>	<p>La température de l'eau augmente régulièrement.</p>
<p>L'appareil de chauffage fournit de l'énergie à l'eau. Cette énergie sert uniquement à faire augmenter la température de l'eau.</p>	<p>L'appareil de chauffage fournit de l'énergie à l'eau. Cette énergie sert d'abord à faire augmenter la température de l'eau tant que l'eau est à l'état liquide, puis elle sert à effectuer la vaporisation de l'eau.</p>	<p>L'appareil de chauffage fournit de l'énergie à l'eau. Cette énergie sert d'abord à faire augmenter la température de l'eau puis elle sert :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en partie à continuer à faire augmenter la température de l'eau - et en partie à effectuer la vaporisation de l'eau

ANNEXE 2 : Transcription séance 1 - Enseignante 3

P3_ Code Transcription C3 _ maths 08.04.13_ 6ème (classe sans note)

Outils de régulation instrumentée : dictionnaire, mémo dans cahier de texte, cahier de leçon, grille de critères, calculatrice

Durée Séance : 1:02:40

Installation : → 8'12

P. Alors on passe aux mathématiques

Phase d'énonciation des critères :

(L'enseignante projette les compétences au tableau)

(8'41) P. Je vous laisse lire dans vos têtes les 6 compétences sur lesquelles je vais mettre mon regard particulier par rapport à ce travail que vous allez faire, Nicolas, tu lis les six compétences, elles sont sur votre fiche aussi, je vous laisse les lire au tableau

E. Madame c'est une évaluation?

P. C'est pas une évaluation, c'est un travail, une démarche de recherche où on s'entraîne et je vais voir ou vous en êtes ... vous levez la main s'il y a des choses que vous ne comprenez pas

E. Madame ça veut dire quoi conjecture?

P. Bien, ce mot-là, qui le connaît?

E. Une phrase qui résout le problème

E. (Inaud.)

P. C'est bien Enzo, tu fais preuve de bon sens, comme ça va avec hypothèse il y a des chances que ça ait un petit peu le même sens, donc « je suis capable d'émettre des hypothèses » hypothèses ça va ? vous savez ce que ça veut dire ? *(les élèves lèvent la main, l'enseignante les interroge chacun leur tour)*

E. Des idées mais pas sur

E. ça commence par «je pense que»

E. Quelque chose dont on n'est pas sûr mais ça pourrait être ça

E. Je suppose que

P. Je suppose que, je pense que, d'accord ? et une conjecture c'est un petit peu dans le même sens sauf qu'on va un peu plus loin, c'est «je pense que ça marche toujours comme ça» un petit peu comme si on trouvait une propriété mais on ne l'a pas encore démontré, on en est pas encore sûr complètement, on pense que, on se dit «bon bah voilà je pense que cette propriété elle est vraie mais maintenant il va falloir que je la démontre tant qu'elle n'est pas démontrée, tant qu'on en est pas sûr à 100%, tant qu'elle n'est pas prouvée on l'appelle conjecture d'accord, donc peut-être que vous allez avoir à faire une conjecture dans cet exercice

E4. C'est quoi une conjecture ? *(à son groupe)*

P. Alors « je sais communiquer ma démarche par oral, par écrit », alors le plus possible par écrit, hein, on essaie par écrit et puis moi je vais circuler et j'écouterai ce que vous me dites à l'oral, ensuite «je fais preuve d'initiatives et d'autonomie», et puis il y a ça aussi c'est nouveau je ne l'avais jamais mise, Yamine tu nous lis celle-là ?

E. je suis capable de rester concentré, de travailler dans ... (inaud.)

P. D'accord ? donc je vais voir un peu où vous en êtes là-dessus, des questions ? je vous distribue ça, écoutez-moi bien, je vous laisse un temps d'autonomie, de travail, vous allez lire l'énoncé, je vais vous distribuer une copie en même temps une copie double, vous collerez, mettez votre nom sur la copie, vous collez l'énoncé et vous faites votre travail, la copie c'est pas une copie d'évaluation hein, c'est une copie de recherche d'accord ? (12:29)

(l'enseignante distribue les grilles d'évaluation avec l'énoncé de l'exercice puis les copies double, les élèves la colle sur leur feuille)

(Les élèves commencent à lire l'énoncé 13:16)

(15'00 L'enseignante distribue une copie double, s'aperçoit qu'elles ont déjà pris une feuille)

P. Vous en avez déjà pris, c'est bien
E4. Autonomie madame
P. à E2. Non mais tu peux, c'est pareil, c'est les mêmes
E4. Moi j'en ai pris une comme ça
P. Tiens je t'en donne une en échange tu la garde, (à E3.) C'est très bien, c'est très bien
E3. Je la garde

Phase de recherche

(16'37) P. Je vous redis bien, toutes vos idées vous les mettez sur la feuille, toutes les idées, les essais, les croquis vous faites tout sur la feuille

Interactions Groupe (17:38)

E4. C'est quoi un polygone (à E2) ?
(*Un élève de derrière leur demande ce que c'est*)
E4. Je sais pas je cherche
(*Elle repose la question à une élève d'un autre groupe*)
E. Bah demande à Julia
E4. Mais non elle sait pas
E4. bon bref c'est pas grave
E3. Faut réfléchir comme ça après tu apprends
E4. Non mais t'as vu eux de quoi ils parlent~? (*en parlant du groupe d'à côté*), de kinder, oh lala nous on est en travail (18:37) Le polygone... Ah mais je sais pas
(*Le groupe de derrière les interpellent et leur demande ce qu'est un polygone*)
E4. Mais je sais pas ! mais il y a trop de monde qui parle là, taisez-vous s'il vous plait je n'arrive pas à me concentrer ! (*elle relit l'énoncé à haute voix*) « autrement dit donne un moyen qui permette dès que l'on connaît... » non mais vas-y j'en peux plus là (*du bruit tout autour, elle se bouche les oreilles*), *elle relit une fois de plus à voix haute l'énoncé*" Autrement dit donne un moyen qui permette dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone de trouver le nombre de ses diagonales"
E2. Lève le doigt
E3. A E4. On a le droit d'échanger entre nous ?
E4. il a 4 cotés je pense
E3. De quoi ?
E4. Un polygone
E3. Le nombre de diagonales d'un polygone est ? il y a combien de diagonales dans un polygone ?
(*E1 et E2 Lèvent toujours le doigt pour avoir un dictionnaire, elle leur apporte*)
E3. Faut qu'on en discute
E1. Madame s'il vous plait ?
(*L'enseignante arrive et leur dépose un dictionnaire, et repart E1. Commence à regarder la définition dans le dictionnaire*)
E3. Moi je me rappelle mais j'arrive plus à me souvenir, c'était l'année dernière j'ai oublié un peu
E4. Mais ouais moi aussi
(*E2 sort un petit dictionnaire de poche de son cartable et cherche à son tour la définition, E4 Regarde dans un petit cahier*)
E1. Mais il y a rien du tout ! ... ah là il y a...
E4. Ah oui! (rire) Alors ça peut être un triangle, un triangle ou un triangle (21:10)
E3 à E1. C'est quoi une diagonale ?
E4. (*Toujours dans son cahier*) c'est un triangle quelconque
E2. Ah polygone ; surface plane limitée par des droites
E4. Bah des diagonales quoi
E1. Diagonale ça veut dire qui a plusieurs angles et un polygone c'est une figure géométrique
E4. Donc un triangle c'est un polygone ... Mais non regarde un polygone c'est plein de triangles (*elle montre son petit cahier aux autres*) donc il faut plusieurs triangles, ça peut-être 3 formes de triangles

E3. Oui mais il y a combien de diagonales ?

E4. Un, deux, trois

E2. Deux !

E4. Trois !

E2. Bah non, si il y a une droite comme ça, il n'y a pas de diagonales au-dessus (elle doit penser à un triangle rectangle)

E4. Oui mais par exemple le triangle il peut être formé comme ça, c'est hop et hop

E1. Bah oui tu peux avoir un triangle comme ça, avec un truc comme ça et comme ça (*elle fait des gestes qui illustre des formes de triangles*)

E4. (à E2.) Cherche diagonale cherche diagonale (22:14)

E3. Oui le triangle il peut être de différentes formes.... En fait dans un polygone il y a trois triangles... en fait c'est un triangle ?

E4. En fait Un polygone c'est un triangle... Donc diagonales de 3 on dit ? de trois ... (*elle s'apprête à l'écrire sur sa feuille*) elle a 3 diagonales ?

E3. De quoi ? non moi j'ai mis le nombre de diagonales d'un polygone est de deux, heu deux ou trois ?

E4. Bah trois je pense

E3. Ouais

E1. Ouais ouais c'est ça

E3. Le nombre de diagonales...Donc en fait c'est un triangle (23'00)

E4. Donc le nombre de diagonales dans un polygone est de trois (elle l'écrit puis répète) le nombre de diagonale dans un polygone est de 3

E1. (*Lève le doigt*): moi je vais demander pour la question

E3. Réfléchissez les filles et puis après vous appelez si vous n'y arrivez pas (23:20)

E4. Ouais parce là on manque d'autonomie là (23'20)

(*L'enseignante arrive*)

E1. Madame je ne comprends pas la question-là «autrement dit...» (*elle lit la consigne*)

E4. Mais si mais ça on a compris, il y a trois sommets alors des diagonales il y en a trois

E2. deux

E4. Mais non il y en a trois parce que s'il y a trois sommets il y a trois diagonales!

E2. Mais s'il y a une ligne droite il y en a deux

E4. Mais non! regardes, il y en a un, deux, trois sommets donc il y a 1.2.3 diagonales

E2. Oui mais ça tu le prends comme ça ça fait une ligne droite

E4. bah ça aussi si tu le prends comme ça fait une ligne droite (*en faisant une rotation avec sa feuille*)

P. Alors, là tu m'as fait 3 sommets, ton polygone il s'appelle comment?

E4. Bah un triangle

P. Un triangle, est-ce qu'il y a une diagonale dans un triangle?

E4. Non

E1. Bah si

E4. Bah non

E1. Si il y en a une dans un triangle

P. Bah vas-y essaies de dessiner la diagonale d'un triangle

E4. Si Si il y en a... ah bah non

E2. Bah non il n'y en a pas

P. Essaies

E1. Moi j'aurais dit qu'une diagonale c'est ça (*en montrant un côté du triangle à l'enseignante*)

E3. Dans ce cas il y a trois diagonales

E4. Mais non c'est pas ça, ça c'est la médiatrice limite

P. C'est quoi une diagonale ?

E3. C'est une ligne mais j'arrive pas à l'expliquer

E2. Dans un carré c'est ce qui relie les deux bouts...(In)

E1. C'est deux droites
E4. (*Rire*) c'est parti dans un truc
P. alors est-ce qu'il y a des diagonales que sur les carrés?
E2. Non... Oui...?
(*E1. Recherche à nouveau dans son agenda*)
E2. Non
E4. Non je ne pense pas...
P. cherchez ce que c'est qu'une diagonale ça peut peut-être vous aider (*l'enseignante repart*)
E4. Cherche diagonale diagonale diagonale, j'ai dit de chercher diagonale! (à E2.)
(*E2 et E1 cherchent dans le dictionnaire et dans leur agenda*)
E4. Bon on est vraiment à la ramasse là les filles hein (25'16), même avec l'aide de la maitresse on ne sait même pas ce que c'est
E3. (*Tourne les pages de son agenda*): mathématiques... moi je trouve rien, il n'y a pas grand-chose là ... il y en a deux en fait il y a deux diagonales regardes (à E4.) une là et une là (*figure dans son agenda*)
E4. Ah oui
E3. Tu parais combien toi~?
E4. Bah deux
E2. Hé! j'ai trouvé diagonale (*dans le dictionnaire*), «droite qui joint deux sommets non consécutifs d'un polygone»
E4. Je suis trop forte! j'ai pas fait le schéma là?!
E3. Il y en a deux de diagonales ici
E4. Non regardes, regardes relis (à E2) la définition !
E2. droite qui joint deux sommets non consécutifs d'un polygone
E4. regarde ici ça joint deux sommets, ici ça joint deux sommets et deux sommets donc il y en a trois
E3. Oui mais il faut regarder par rapport à celui-là (*elle remontre la figure de son agenda*) regardes faut regarder par rapport à là, tu vois ça coupe là, ça coupe là
E4. Oui mais là ça tient deux sommets donc hop hop, la ça tient deux sommets hop et là deux sommets
E3. Ça tient deux sommets ou trois ?
E1. Deux
E3. à E4. Viens, on met deux
E2. Moi j'ai marqué plusieurs
E3. Bon bah deux ou trois on met
E4. Bah non deux.... Mais en fait c'était quoi la question. ? «Autrement dit...un moyen qui permet à partir du nombre de sommets d'un polygone de trouver le nombre de diagonales » de ses diagonales, On met quoi comme phrase réponse ?
E2. Bah qui joint deux sommets ça marche là, un, deux
E4. Oui bah c'est bien pour ça que... bon bref... c'est quoi ta phrase réponse Maella?
E3. Bah déjà j'ai mis que un polygone est un triangle et que le nombre de diagonales d'un polygone est ... en fait j'ai mis qu'un polygone est un triangle (*puis elle relit la consigne* «autrement dit donne un moyen qui permet...») mais je n'arrive pas à travailler dans le bruit!
E4. Ouais moi aussi là ça me prend la tête... (27:52) donc un polygone est un triangle, après t'as mis quoi?
E3. Bah là je cherche mais je n'arrive pas à me concentrer quand il y a du bruit
E1. ça m'énerve : Diagonale... Qui relie les deux angles (*lit la définition du dictionnaire*)
E3. S'il te plait Chloé tu peux parler dans ta tête~?
E4. Alors là je le dis on peut pas travailler dans le bruit c'est horrible
E3. Moi non plus, Viens on le dit à la prof
E4. Ouais (*elle lève le doigt*)
E3. Franchement ça me saoul, j'arrive pas à me ...
E3. Olala ça monte là

E2. Qui se suivent immédiatement
(Une élève d'un autre groupe vient les voir):

E4. Bon t'es là pour discuter ou travailler là ?

E1. C'est quoi une diagonale~?

E1, E2 et E4. On sait pas !

E. C'est ça il m'a dit Matthieu *(en alignant sa main à la verticale)* après je sais pas

E2. Bah merci ! *(l'élève repart)* Alors «droite qui joint deux sommets sans se suivre d'un polygone» *(définition de son dico)*

E3. Droite qui joint deux sommet sans se suivre, Donc c'est ça, il y en a 2 en fait puisqu'il y en a une comme ça et une comme ça *(en mimant des traits dans l'espace)*...

E4. Vas-y dessine sur ta feuille

E3. donc déjà il y a un carré comme ça, regarde Mélanie, après ça fait ça

E1. Mais ils demandent comment on va trouver le nombre de diagonale sans avoir (inaud.)
(L'élève 3 dessine sur sa feuille de brouillon) regarde, la ça fait ça, mais c'est pas précis, comme ça, comme ça, là il y en a une là de diagonale, ça c'est bien une diagonale ça? il y en a une là et une là aussi, donc il y en a deux

E4. Donc la phrase réponse est?

E3. non il n'y a pas de phrase réponse, moi j'avais mis ... Le nombre de diagonales d'un polygone est de deux

E4. Voilà et après j'ai mis un polygone est un triangle... une forme de ... non,

E3. Est une forme... de triangle ?

E4. Triangulaire

E3. Non mais si tu veux c'est moi qui change, tu veux que je change ? *(la réponse écrite sur sa feuille)*

E4. Non c'est bon, donc un polygone est une forme triangulaire (31:37) On en est bien à la moitié là, hein ?
(Parlent d'autre chose)

E3. Mais pourquoi ils disent : «autrement dit donnez un moyen qui permet, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ces diagonales» mais on a trouvé il y en a deux!

E4. Bah ouais, laisses tomber ils sont bêtes
(E3. elle lève le doigt) Madame ?

E4. On marque «oui, ça permet de » bah je sais pas, ça stress
(parlent d'autre chose) (34'40)

E1. «Expliquez la démarche», ça j'y arrive pas trop la dernière

E4. ça *(la figure dessinée sur le brouillon)* tu dois le mettre sur ta feuille car c'est écrit «tu laisseras toutes tes démarches»

E3. Ouais je vais le mettre, mais pas maintenant faut le mettre après quand on a fini de faire la 2ème... putain depuis tout à l'heure je lève la main mais...

E4. Tu l'as appelé Madame? là-bas ils parlent de... ils ont que ça à dire, nous on recherche c'est bien, on se concentre

E3. Il faut être concentré pour réussir Faut prévoir son avenir, faut réussir, Pour réussir faut se concentrer
(Elles parlent d'autre chose en attendant l'enseignante)

E4. Madame vous viendrez nous voir après ?

E3. olala j'en ai marre de lever le doigt, ça fait 10 minutes je crois que je suis comme ça

E4. madame vous aviez dit que vous viendrez nous voir après, madame vous pourrez venir voir après s'il vous plait ?

P. oui

E4. Humm C'est bon elle viendra après enfin....
(42'19 L'enseignante arrive)

P. Alors, les filles...

E3. En fait la première question, en fait dans la 2ème question ils posent la même chose, on a déjà trouvé les diagonales

P. Oui, autrement dit, ils redisent cette phrase d'une autre manière, si tu ne comprends pas comme ça et bien on te le redit d'une autre manière

E3. Ah ok, donc le nombre de diagonales d'un polygone est de deux et là j'ai mis tout d'abord un polygone était un triangle, donc c'est bon je laisse comme ça là je marque rien pour la 2ème question ?

P. alors, tes acolytes elles sont d'accord ?

E4. Oui, moi j'ai mis un polygone est une forme triangulaire, ses diagonales sont de deux mais c'est comme dans la 1ère en fait

P. Et un polygone c'est un triangle, c'est ça ? donc on a deux mots différents pour la même chose ?

E4. Voilà

P. (*sans réponse*) Il n'y a pas d'autres choses qui seraient des polygones ? ce que vous avez cherché dans le dictionnaire ça ne vous a pas ...

E4. Non...

P. Alors poly ça veut dire ?

E2. Plusieurs

P. plusieurs

E1. Et gone c'est ...triangle / angles ?

P. oui plusieurs angles

E3. Donc un polygone c'est plusieurs triangles

E4. (rire) Et bien moi j'ai mis un polygone est une forme triangulaire

P. Et bien non c'est plus que ça... (*elle repart*)

E4. Hein hein hein, j'arrive pas de toute façon c'est...nous pour nous c'est ça

E3. Un triangle ça a deux cotés égaux ?

43:55 Phase de mise au point en commun

(L'enseignante se dirige au tableau et demande l'attention)

P. S'il vous plaît, je voudrais juste donner une petite indication à tout le monde pour que vous puissiez avancer un peu plus loin parce qu'il y en a là qui restent coincés sur l'idée du polygone, alors il y a certains groupes qui ont très bien trouvé la définition du polygone, est-ce que certains peuvent me dire en levant la main qu'est-ce que c'est un polygone ?

E. polygone ça veut dire une figure fermée avec plusieurs cotés

(L'enseignante note la réponse donnée par l'élève au tableau)

P. Est-ce que cette définition va à tout le monde~? (*pas vraiment de réponse*) On peut partir la dessus? Léa? Maella? ça vous éclaire ? ça vous fait avancer~?

E4. Non

E4. Une figure fermée?

E3. On avait déjà trouvé sur l'agenda que c'était une figure fermée

P. Figure fermée qui a plusieurs cotés

E3. Oui mais c'est des triangles

P. alors est-ce que le triangle en fait partie?

E3. Oui

P. le triangle est une figure fermée qui a plusieurs coté (*elle en dessine un au tableau*), oui Chloé, qui d'autre en ferait partie?

E. Le carré

E. Le rectangle

P. Le carré, Aiché?

E. Le losange

E. Le rectangle

P. Tout ceux-là, le carré, le losange, le rectangle, ils s'appellent comment ? C'est des quadrilatères parce qu'ils ont ?

E. 4 cotés

P. Donc il y a ceux-là qui en ont 3 (en montrant le triangle) et est-ce qu'il y en a d'autres ?
 E. Il y en a à l'infini
 P. oui mais avant d'aller à l'infini ?
 E2. Hexagone
 P. Hexagone, ça veut dire quoi hexagone ? hexa ?
 E2. Heu je me rappelle plus...
 P. 6, 6 cotés, octo c'est huit, d'accord, donc on peut faire 5 cotés etc. ... jusqu'à l'infini... Ibrahim
 P. Alors maintenant sur le mot diagonale (46'43) Est-ce que tout le monde est au clair sur le mot diagonale ?
 E3. Oui
 E4. Non, non, Si Oui... Pas trop
 P. Qui peut essayer d'aider les autres en expliquant un peu plus c'est quoi une diagonale ? Matthieu ? comme tu veux si tu préfères dessiner tu viens dessiner ou si tu préfères expliquer comme ça
(Il se lève et vient dessiner, il commence par faire un losange)
 P. Là il a fait un polygone qui a combien de cotés~?
 E. Quatre
 E4. Ah mais c'est ça un polygone !
(L'élève trace les deux diagonales)
 P. Du coup tu fais combien de diagonales ?
 E. Deux
 P. ok donc ça va ? allez, vous allez repartir dans la recherche

Retour au travail de recherche 48'00

E4. Bon bah donc faut tout barrer là ...
 E3. Ouais
 E4. On recommence tout
 E3. Un polygone c'est quoi ?
 E4. Ah mais non faut pas barrer puisqu'elle a dit qu'il faut garder !
 E3. il faut que je recommence tout madame ?
 E4. On n'a pas avancé hein
 E3. Madame ?
(L'enseignante arrive 49'05)
 E3. Madame j'efface tout parce qu'en fait j'ai compris
 P. Tu as fait le 2ème là c'est bon ? *(puis à E4.)* allez faut faire le 2ème toi (puis à E2.) Léa, fais le 2ème, super
 E3. j'efface ça ? Je mets du blanc ?
 P. Non surtout pas, ça fait partie de la recherche, tu peux dire ; maintenant j'ai une nouvelle idée ou suite à ce qu'on a dit au tableau j'évolue... *(Elle repart) (49'30)*
 E4. Avec l'explication de mes camarades *(elle dit tout haut ce qu'elle écrit)*
(elles parlent d'autres choses)
 E4. Alors maintenant avec l'explication de mes camarades
(parlent d'autre chose)
 (51:30)
 E4. en fait moi je peux être calme mais quand je suis lancée dans la rigolade ben *(parlent d'autre chose)*
 (53'50) E4. Maintenant avec l'explication de mes camarades et ma prof j'ai beaucoup mieux compris, j'en déduis que...j'en déduis.... *(reparlent d'autre chose)*
 E3. Vous avez fini les filles ?
 E4. Non
 (55: 00) E3. Donc en fait un polygone est une figure fermée avec plusieurs cotés *(elle recopie la définition écrite au tableau)* *(L'enseignante s'assoie à côté de E1 et E2)*
 E2. Alors moi j'ai fait ça *(elle lui montre sa feuille, l'enseignante la lit)*
 P. Quel est le nombre de diagonales d'un polygone, alors c'est quoi ta réponse

E2. Plusieurs diagonales
P. il y a plusieurs diagonales, d'accord
E1. Il y a deux diagonales
E2. Deux diagonales
P. Deux diagonales, dans n'importe quel polygone il y a deux diagonales ? Si tu relis la question-là, «donnes un moyen qui permet, dès que l'on connaît le.....» Tu peux le donner toi le moyen pour le trouver ?
E2. Oui on compte le nombre de sommets puis on le divise par deux
P. Et ça Tous tes camarades sont d'accord avec ça Léa ? Maëlla ? vous avez essayé pour quatre côtés, cinq cotés
E2. Bah moi je me suis inspiré de celui-là (*au tableau*)
E3. J'ai pas compris là, la question
P. Léa dit qu'il faut compter le nombre de sommets puis on divise par deux pour avoir le nombre de diagonales
E4. Non enfin nous on a pas fait ça
E3. Moi je trouve deux diagonales
P. à E3. Tu trouves qu'il en a toujours deux toi~?
E3. Bah c'est ça que je sais pas... Bah si peut-être c'est pas obligé qu'il y en ait toujours deux (*E1. Trace un carré/losange pour montrer à l'enseignante qu'il y a deux diagonales*)
P. Bon allez, vous regardez (E1) et vous allez rentrer dans un vrai échange scientifique là (*Elle repart*) (57:52)
E4. (*rire*) tu te rends compte elle nous dit scientifique là
(*E3 & E4. parlent d'autres choses pendant que E1 trace une figure et ses diagonales ; elle montre sa feuille à E*)
E2. Oh ça fait joli (*elle prend sa calculatrice et pianote des calculs*)
E3. Bon faut faire quoi ? faut diviser par deux ? (*à E1.*)
E4. (*à E2.*) s'il te plaît j'ai pas compris la dernière question
E2. Je sais pas
E4. Si toi tu comprends
E2. Non la prof elle m'a dit que c'était pas bon
E4 à E3. Tu crois qu'on a avancé ?
E3. Non pas trop...
E2. non, pour moi on a reculé, toi aussi t'as mis qu'on a reculé ? (*à E1*)
E1. Non j'ai mis qu'on est resté au même endroit
E2. Bah moi j'ai mis qu'on a reculé
(1:00'23) P. On va s'arrêter là pour l'activité, vous allez faire un petit questionnaire bilan maintenant, ça fait donc une bonne heure qu'on travaille là-dessus, comment vous-êtes ? ...
E4. On a beaucoup appris quand même franchement
E3. Non
P. (*à la classe*) est-ce que vous sentez que vous êtes arrivés au bout ?
E Non
P. Est-ce que vous êtes content de ce que vous avez fait ?
E3. Madame est-ce qu'on pourra refaire ? vous allez nous redistribuer la feuille ?
P. On verra ça comment on va ...
E2. Madame ça compte dans les bulletins ?
P. On est dans de la recherche, on s'entraîne, il n'y a pas de note de toute façon
E2. (*à E3*). C'est bon ça ne compte pas dans les bulletins
E3 (*à E2*). Hé un polygone il a quoi, un polygone il a combien de cotés ? (*elle repose sa question à E4.*) Un ? deux ? trois ?
E4. deux je pense
E3. (*Continue de rédiger sa réponse*) c'est deux cotés égaux
(1:02) E3. Le polygone à deux cotés égaux c'est ça
E4. Au moins deux ! moi j'ai un peu mis n'importe quoi...

ANNEXE 3 : Analyses de l'organisation des séances de l'enseignante 3

Nous présentons les phases organisationnelles identifiées pour la séance d'enseignement mise en œuvre par l'enseignante 3. Nous notons que la durée des deux séances est ici équivalente.

1. Description des phases organisationnelles P3

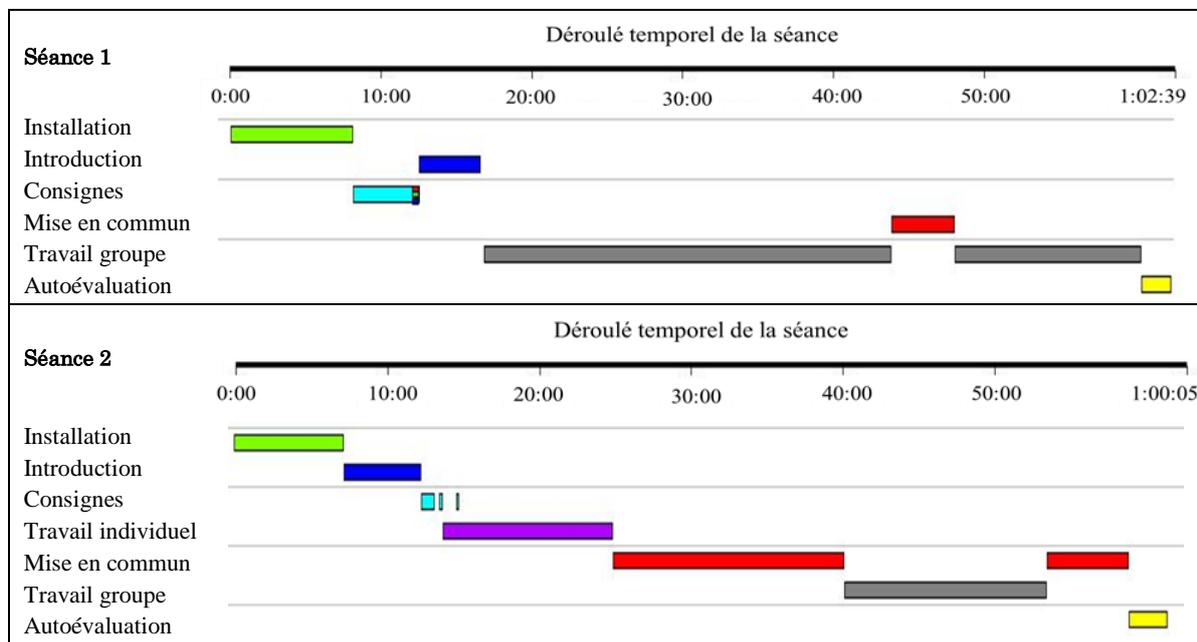


Figure 42. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 3

Nous identifions, pour les deux séances, un temps d'installation en début de séance (i.e., les élèves s'installent, sortent leurs affaires et rapprochent les tables) relativement long (8 et 6 minutes respectivement). Ces deux séances se caractérisent également par un temps consacré à l'autoévaluation en fin de séance de deux à trois minutes. Pour la suite de la séance, nous notons des différences importantes dans l'organisation du travail des élèves.

Tout d'abord, nous identifions l'introduction d'un temps de travail individuel d'une dizaine de minutes au début de la deuxième séance qui était absent lors de la première. L'enseignante a modifié l'organisation de la séance en débutant l'activité par un travail de réflexion individuelle sur l'énoncé qui vient de leur être distribué :

Séance 2	P3. 0:12:29	alors dans un premier temps on prend cinq petites minutes individuelles où vous allez le plus loin possible tout seul
----------	----------------	---

Ce temps de travail individuel succède à la présentation du problème (i.e., Introduction) et précède une mise en commun. L'introduction de ce temps rejoint l'organisation mise en

place par l'enseignant 2 et fait état de ce qui avait été discuté lors du travail collectif sur la séance. Nous notons également que la deuxième séance débute par la présentation du problème et que les consignes de travail suivent cette introduction. Ces consignes prennent par ailleurs un temps beaucoup plus court que pour la première séance. Cette dernière débutait par un temps en classe entière destiné à fournir les consignes générales d'organisation du travail, ce n'était qu'ensuite que le problème était présenté.

Nous identifions pour cette première séance un temps de mise en commun à la 43^{ème} minute, relativement court, contre deux nettement plus long lors de la deuxième séance. Nous allons maintenant développer leur contenu afin de discuter de l'avancée du savoir dans la classe pour chacune des deux séances.

2. Avancée du savoir dans la classe (P3)

Lors de la première séance, l'enseignante conduit une mise en commun après avoir relevé que plusieurs groupes étaient encore bloqués sur la définition de polygone :

Séance 1	P3. 0:43:55	S'il vous plait je voudrais juste donner une petite indication à tout le monde pour que vous puissiez avancer un peu plus loin parce qu'il y en a là qui restent coincés sur l'idée du polygone, alors il y a certains groupes qui ont très bien trouvé la définition du polygone, est-ce que certains peuvent me dire en levant la main qu'est-ce que c'est un polygone ?
----------	----------------	--

Après quelques échanges entre les élèves pour s'accorder sur la définition du polygone, l'enseignante leur demande (à la 46^{ème} minute) ensuite ce qu'est une diagonale. Des exemples sont dessinés au tableau par deux élèves puis l'enseignante leur demande de se remettre dans la recherche. La clarification des notions du problème arrive assez tardivement dans la séance, les élèves bloqués sur ces notions ne disposant plus que d'un quart d'heure pour se lancer dans des stratégies de résolution. Cette mise au point en fin de séance implique que les élèves qui n'étaient toujours pas au clair sur les définitions ne sont encore pas entrés dans le problème posé à ce stade.

Le contenu des mises en commun de la deuxième séance est considérablement modifié. Cela s'explique en partie par le fait que l'enseignante, dès la phase d'introduction du problème, clarifie la notion de polygone en demandant aux élèves de s'exprimer sur leurs connaissances et de venir au tableau en dessiner quelques-uns. Nous comptabilisons deux temps de mises en commun dans la suite de la séance : le premier temps est relativement long, il prend place à la 23^{ème} minute et se termine à la 37^{ème}. Ce temps débute par un

débat au sujet des polygones complexes après avoir relevé des difficultés chez les élèves pour compter les diagonales des polygones non convexes.

Séance 2	P3. 0:22:57	bien on fait un tout petit stop là pour que tout le monde puisse bien démarrer donc ça (<i>les propositions écrites au tableau</i>) je le laisse c'est intéressant ce qu'il y a eu donc sur le polygone tout le monde est clair hein un polygone c'est une figure fermée qui a plusieurs côtés alors simplement avant d'aller plus loin sur le polygone j'ai vu Maeva et puis Romain qui sont partis sur des polygones qui sont des vrais polygones, mais vous êtes parti, romain il a fait ça (<i>elle dessine un polygone concave au tableau</i>) est-ce que c'est un polygone ?
	E.	oui
	P3.	oui d'accord par contre, alors Maeva elle a fait aussi un polygone un peu moins compliqué mais quand même un peu comme ça (<i>le dessine</i>)
	E.	mais comment vous voulez calculer les diagonales ?
	P3.	alors ce sont des polygones tout à fait justes simplement romain et Maëva vous allez vous compliquer la vie pour répondre à la question qui est arrivée dans trois groupes il y a des gens qui m'ont dit, même quatre groupes, c'est quoi une diagonale ? (<i>elle écrit la question au tableau</i>) alors c'est quoi une diagonale ? ça va être compliqué de trouver c'est quoi une diagonale avec ces figures-là

Les échanges sur les polygones concaves conduisent l'enseignante à demander aux élèves d'explicitier la définition d'une diagonale ainsi que les stratégies de comptage qui peuvent être employées. Cette première mise en commun se clôture par le rappel de l'énoncé une fois les concepts définis. Le second temps de mise en commun prend place à la 49^{ème} minute et vise à faire expliciter collectivement les stratégies des groupes. Les élèves sont ainsi amenés à exposer oralement leurs stratégies et à fournir des contre-exemples que l'enseignante note au tableau.

En somme, nous notons que les problèmes de compréhension des notions sont, certes, plus rapidement abordés lors de la deuxième séance mais que le temps consacré à la première mise en commun, d'une quinzaine de minutes, laisse ensuite peu de temps aux élèves pour formuler des conjectures. Néanmoins, les élèves de cette classe arrivent globalement plus loin dans la résolution du problème que ceux de la première séance.

ANNEXE 4 : Analyses de l'organisation des séances de l'enseignante 5

Nous décrivons les deux séances mises en œuvre par l'enseignante 5. Les deux séances sont d'une durée équivalente.

1. Description des phases organisationnelles

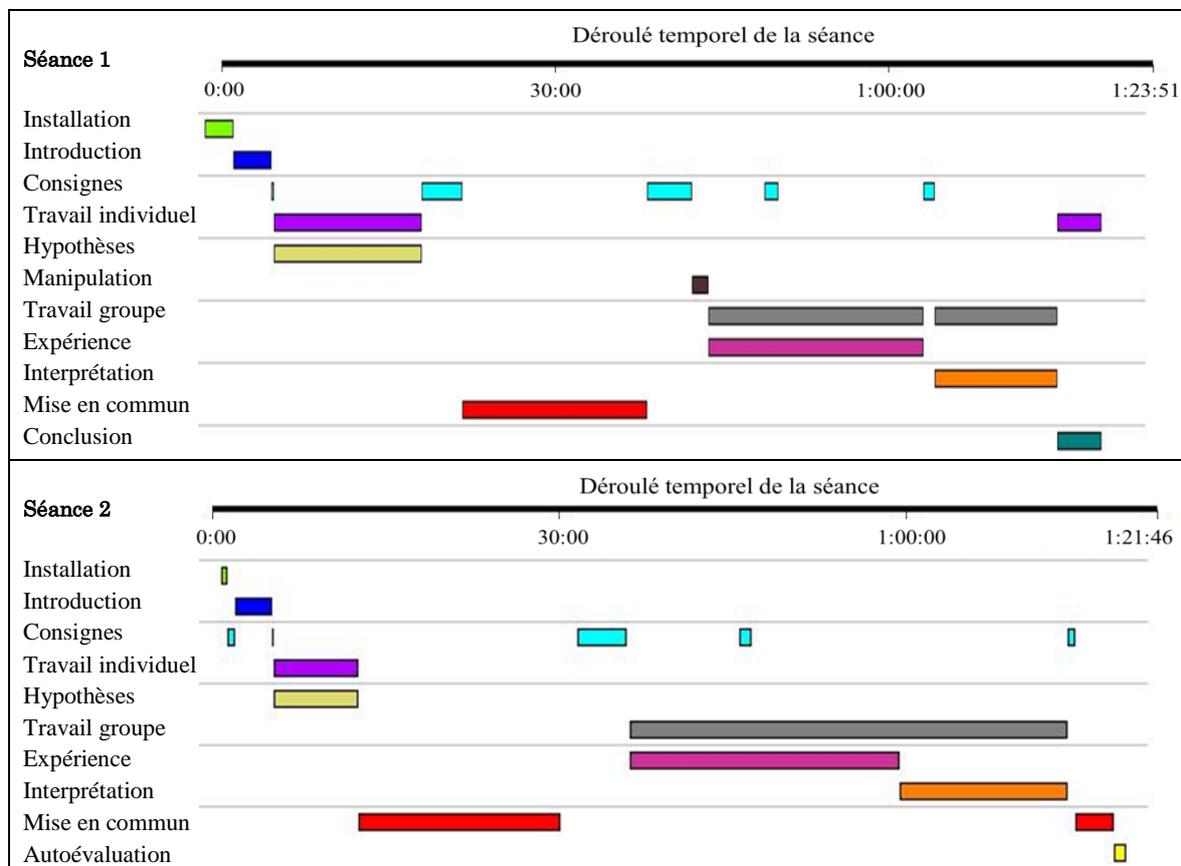


Figure 43. Représentation graphique de l'évolution des mots-clés relatifs à l'organisation des deux séances mises en œuvre par l'enseignant 5

A la lecture de ces graphiques, nous retrouvons les grandes phases organisationnelles identifiées dans l'analyse de la séance mise en œuvre par l'enseignante 4. Nous identifions de la même façon deux temps de travail individuel en début et fin de séance lors de la première mise en œuvre destinées respectivement à la formulation des prévisions des élèves et à la rédaction individuelle de la conclusion. Toutefois, lors de la deuxième séance, l'enseignante 5 maintient le temps de travail individuel destiné à la formulation des prévisions en début de séance mais ce temps est réduit de moitié par rapport à la première mise en œuvre. Le deuxième temps de travail individuel destiné à la rédaction de la conclusion est quant à lui supprimé. Ce temps se trouve remplacé par une mise en commun en classe entière que nous détaillerons dans la partie suivante.

Les temps d'Introduction, d'Expérience et d'Interprétation sont relativement équivalents pour les deux séances. Nous identifions de la même façon deux temps de mises en commun précédant la phase d'expérience pour chacune des deux séances. Nous remarquons toutefois que le temps de manipulation est supprimé lors de la deuxième mise en œuvre. Cela s'explique par le fait que l'enseignante a préalablement installé le matériel nécessaire à l'expérience sur les tables de chaque groupe d'élèves, probablement en vue de gagner du temps sur la durée d'activité. Nous notons enfin qu'une seconde mise en commun est introduite à la fin du travail de groupe qui remplace le temps de conclusion. Alors que ce temps de conclusion clôturait la première séance, la deuxième se termine par un temps destiné à l'autoévaluation. En définitive, toutes les étapes de l'activité sont très cloisonnées pour les deux séances.

2. Avancée du savoir dans la classe

Les mises en commun identifiées lors de la première et deuxième séance, qui précèdent le temps de mesure, consiste à faire expliciter devant la classe les propositions de chaque élève sur le graphique choisi et sa justification. Lors de la première séance, l'enseignante introduit cette mise en commun à la 23^{ème} minute de la façon suivante :

Séance 1	P5. 0:23:08	bien alors maintenant ce que je vais vous demander, vous allez passer un par un parler à vos camarades, vous allez donc présenter vos hypothèses, quelle hypothèse vous avez choisi et puis à votre avis à quelle température est-ce que l'eau va bouillir d'accord c'est une hypothèse ce qui serait bien c'est que vous puissiez m'expliquer pourquoi vous avez fait ce choix d'accord ?
----------	----------------	--

Après avoir comptabilisé au tableau toutes les prévisions d'élèves, l'enseignante clôture la mise en commun à la 39^{ème} minute en introduisant l'expérience :

Séance 1	P5. 0:38:56	alors je regarde un petit peu vos hypothèses je me rends compte qu'il y a une majorité de B alors on va voir c'est une hypothèse donc on va essayer de vérifier ça expérimentalement si je regarde les températures d'ébullition là aussi je vois plutôt une majorité de 100 degrés Celsius [...] Alors là ce que je vous propose c'est de vérifier vos hypothèses pour cela vous allez faire l'expérience vous allez donc chauffer l'eau vous allez mesurer sa température en fonction du temps
----------	----------------	--

Cette mise en commun vise à rendre visible les différentes conceptions d'élèves. Cette stratégie est identifiée dès la première séance chez cette enseignante, ce qui n'était pas le cas de l'enseignante 4. Lors de la seconde séance, elle met en place cette même mise en commun à la 12^{ème} minute, puis comptabilise au tableau de la même façon les propositions d'élèves. Toutefois, elle modifie la façon d'introduire l'expérience en demandant directement aux élèves ce qu'il convient de faire lorsque les avis divergent :

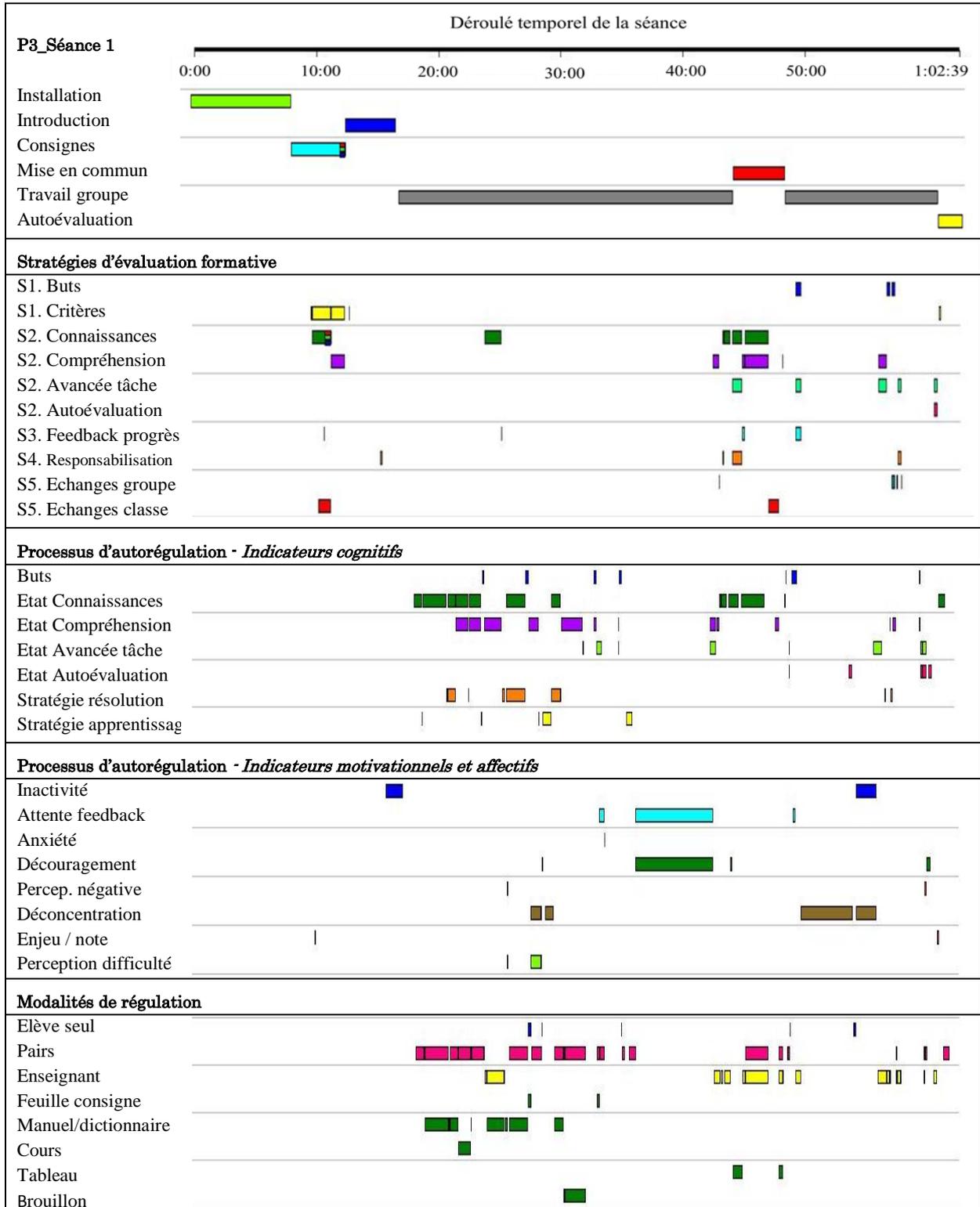
Séance 2	P5. 0:28:56	On remarque que vous êtes pas tous d'accord il y en a 5 pour le A, 4 pour le B, 3 pour le C plus deux élèves qui n'ont pas donné leur avis hein et puis là aussi on a une diversité de réponses pour la température d'ébullition, 20 degrés, 30, 50, 70, 100 ça veut dire que vous êtes pas, alors qu'est-ce qu'on fait quand on est pas d'accord ?
	E.	on fait un débat
	E.	on vérifie
	P5.	on fait un débat, oui on pourrait, alors le débat va peut-être faire bouger un petit peu les choses mais est-ce que ça va répondre exactement à la question ?
	E.	non on teste
	E.	bah on vérifie
	E.	on manipule
	P5.	il va falloir tester donc vos prévisions, d'accord ?

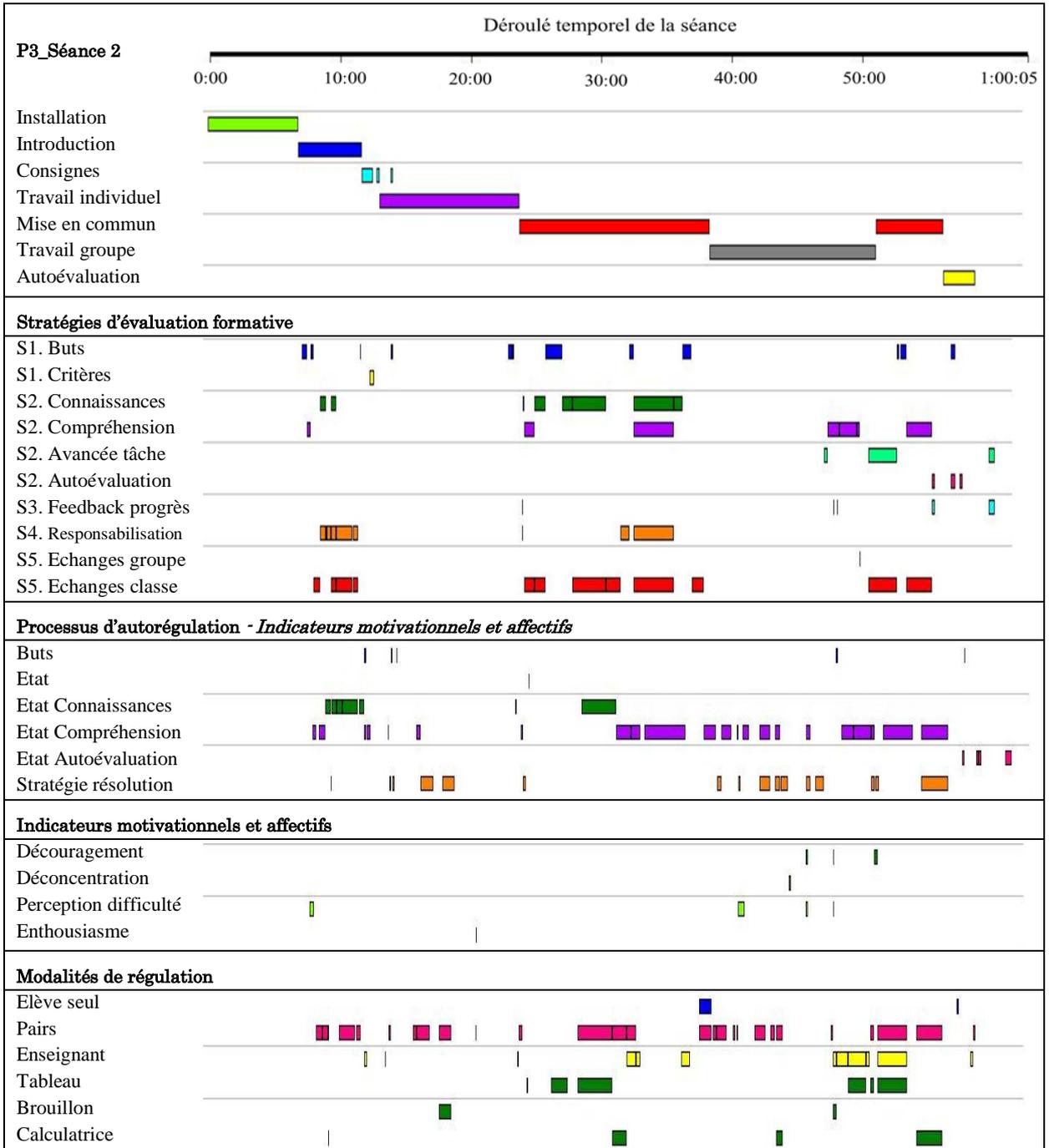
Alors que pour la première séance c'est l'enseignante qui introduit le besoin de faire l'expérience, pour la deuxième elle demande aux élèves ce qu'il convient de faire lorsque qu'ils ne sont pas d'accord. On note que l'enseignante vise à bousculer le contrat habituel, en demandant aux élèves l'étape suivante, mais sans toutefois avoir modifié le milieu. En effet, le matériel expérimental étant déjà disposé sur les paillasse, les élèves infèrent rapidement qu'ils vont devoir réaliser une expérience avec l'appareil de chauffage présent sur la table. Nous identifions un deuxième temps de mise en commun qui consiste à interroger collectivement les élèves sur l'interprétation qu'ils font de leur expérience :

Séance 2	P5. 1:15:29	vous avez tous je pense remarqué quoi ? qu'est-ce que vous avez remarqué quand vous avez chauffé votre eau ?
	E.	que la température est en ébullition à partir de 100 degrés
	P5.	que la température heu que l'eau est en ébullition à partir de 100 degrés ça vous l'avez tous vus, autre chose ? qu'est-ce que vous avez remarqué ? cette température elle évolue comment ?
	E.	elle évolue rapidement au début
	P5.	oui après ?
	E.	et puis après elle reste stable
	P5.	après elle reste stable elle reste stable à quelle température ?
	E.	à 100 degrés
	P5.	à 100 degrés
	E.	donc madame c'est le C
	P5.	c'est le C d'accord

Cette mise en commun permet d'institutionnaliser collectivement les résultats sur la température d'ébullition et son évolution. Lors de la première séance aucune mise en commun n'avait été prévue pour valider les résultats de l'expérience, comme l'enseignante 4, l'enseignante 5 circulait dans les groupes pour vérifier individuellement leurs mesures et leur avancée.

ANNEXE 5 : Analyse micro : les séances de l'enseignante 3





ANNEXE 7 : Durée totale d'encodage des phases organisationnelles

<i>Temps</i>	<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5	
		<i>Année</i> A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Organisation séance	<i>Indicateurs</i>										
	Installation	0 :20	3 :21	2 :49	/	8 :09	6 :37	1 :43	5 :57	2 :36	0 :33
	Rappel séance	4 :04	2 :02	/	/	/	/	/	/	/	/
	Introduction	0 :13	0 :52	0 :30	1 :18	4 :07	4 :41	1 :06	0 :52	3 :22	3 :15
	Consignes	11 :27	12 :07	1 :04	2 :45	4 :46	1 :13	8 :26	10 :56	10 :05	6 :59
	Hypothèses	/	9 :18	/	/	/	/	6:34	11:24	13:07	7:27
	Travail individuel	49 :59	/	4:15	1:40	/	10:18	14:43	7:10	17:04	7:27
	Expérience	1 :09	1 :14	/	/	/	/	20:14	13:17	19:07	23:45
	Manipulation	/	/	/	/	/	/	2:59	7:18	1:30	/
	Travail groupe	/	59 :34	28:43	35:08	39:27	12:14	41:41	35:50	30:03	38:36
	Interprétation	/	/	/	/	/	/	21:27	19:43	10:55	14:51
	Mise en commun	1 :49	/	8:55	15:21	4:12	19:03	0:57	5:55	16:25	21:12
	Institutionnalisation	11 :02	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Conclusion	9 :40	/	1:47	/	/	/	8:09	7:10	3:57	/
	Autoévaluation	/	2 :42	/	2:53	1:58	2:21	2:03	3:37	/	1:02

ANNEXE 8 : Durée totale d'encodage des modalités d'évaluation formative

<i>Temps</i>	<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5	
		<i>Année</i>	<i>Indicateurs</i>	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	Explicitation des buts	6 :16	2 :04	4 :57	3 :27	1 :00	4 :19	16 :02	8 :36	4 :13	4 :44
	Critères de réussite	0 :29	1 :19	0 :00	1 :40	3 :03	0 :20	0 :44	2 :26	0 :19	0 :00
S2	Etat Connaissances	7 :54	6 :43	4 :13	0 :54	6 :44	8 :45	7 :57	5 :18	11 :42	13 :11
	Etat Compréhension	4 :01	1 :24	6 :41	8 :19	4 :38	8 :28	5 :39	9 :33	5 :17	9 :48
	Etat Avancée tâche	0 :00	0 :49	5 :32	9 :51	2 :32	2 :55	4 :31	2 :45	1 :48	2 :51
	Etat Autoévaluation	0 :00	0 :29	0 :00	0 :15	0 :17	0 :42	0 :25	0 :34	0 :00	0 :00
S3	Feedback progrès	0 :13	0 :00	1 :08	2 :13	0 :50	0 :49	0 :00	0 :00	0 :09	0 :03
S4	Responsabilisation	0 :18	2 :25	0 :06	4 :10	1 :25	6 :31	0 :44	1 :48	0 :45	0 :55
S5	Echanges classe	0 :00	0 :00	1 :11	2 :38	1 :52	15 :38	0 :00	1 :10	0 :31	4 :32
	Echanges groupes	0 :00	0 :22	1 :19	0 :00	0 :32	0 :02	0 :00	0 :00	0 :00	0 :13

ANNEXE 9 : Durée totale d'encodage des processus cognitifs d'autorégulation

	<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5	
	<i>Année</i>	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
<i>Indicateurs</i>											
Processus autorégulation	Buts	1 :08	3 :28	1 :07	0 :01	1 :32	0 :32	0 :50	1 :57	1 :46	1 :38
	Etat Connaissances	0 :49	13 :22	5 :48	1 :26	11 :40	5 :23	4 :26	6 :33	5 :16	2 :26
	Etat Compréhension	1 :08	0 :00	1 :54	9 :41	7 :53	16 :46	5 :28	12 :28	7 :47	9 :52
	Etat Avancée tâche	0 :52	4 :13	4 :12	2 :13	2 :23	2 :16	3 :56	4 :29	1 :29	4 :21
	Etat Autoévaluation	0 :00	0 :00	0 :00	0 :29	1 :05	0 :57	0 :10	1 :56	0 :00	0 :00
	Stratégie résolution	0 :20	7 :09	4 :48	6 :12	3 :43	7 :54	1 :37	2 :05	2 :34	4 :06
	Stratégie apprentissage	0:00	0:00	0:00	0:00	1:28	0:10	0:00	0:00	0:00	0:00

ANNEXE 10 : Durée totale d'encodage des indicateurs d'engagement

<i>Temps</i>	<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5	
		<i>Année</i> A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
<i>Indicateurs</i>											
Désengagement	Attente	0 :00	5 :55	0 :00	0 :00	3 :12	0 :00	2 :39	0 :00	1 :00	0 :00
	Attente feedback	0 :00	0 :00	0 :05	0 :40	7 :05	0 :00	0 :00	0 :18	0 :00	1 :34
	Déconcentration	0 :00	0 :00	3 :19	0 :45	7 :40	0 :10	4 :47	0 :00	6 :25	0 :00

ANNEXE 11 : Nombre d'occurrences des indicateurs motivationnels et affectifs

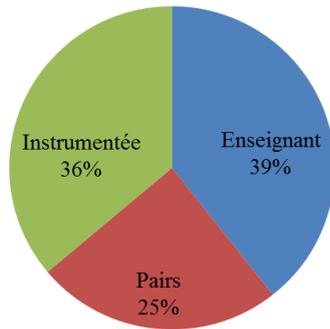
<i>Occurrences</i>	<i>Code enseignant</i>	P1		P2		P3		P4		P5	
	<i>Année</i>	A1	A2								
Motivation et émotion	<i>Indicateurs</i>										
	Anxiété	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Enjeu / note	5	0	0	0	2	0	0	1	0	0
	Découragement	1	0	1	1	4	3	2	0	0	0
	Perception facilité	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Perception difficulté	5	1	3	1	4	4	0	1	1	1
	Perception soi négative	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Intérêt	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

ANNEXE 12 : Spécification de la provenance des feedback

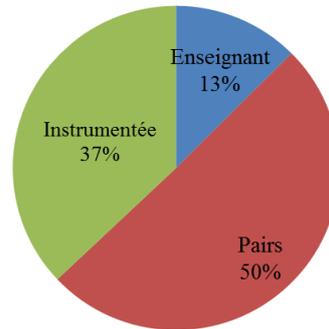
Code enseignant	P1		P2		P3		P4		P5	
<i>Feedback :</i>	G1	G2								
Initiative enseignant	3	6	15	7	7	8	15	8	5	2
Demande élèves	5	4	6	11	7	9	13	5	3	7

ANNEXE 13 : Répartition en pourcentage des modalités de régulations

a) Répartition en pourcentage des modalités de régulation des élèves de l'enseignante 1

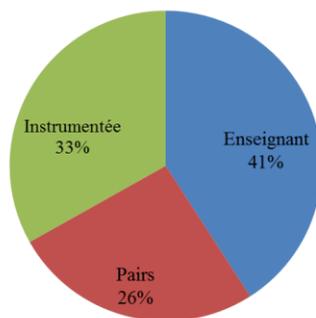


P1_G1

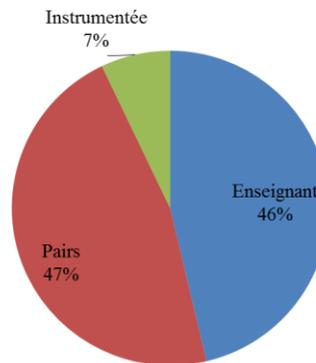


P1_G2

b) Répartition en pourcentage des modalités de régulation des élèves de l'enseignant 2

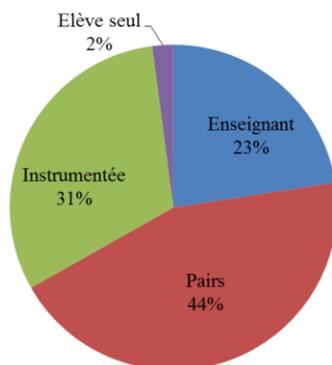


P2_G1

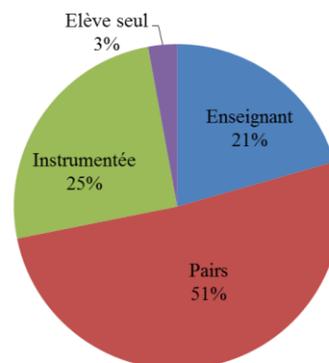


P2_G2

c) Répartition en pourcentage des modalités de régulation des élèves de l'enseignant 3

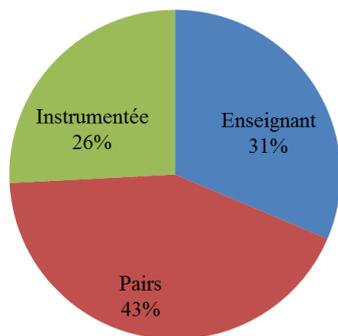


P3_G1

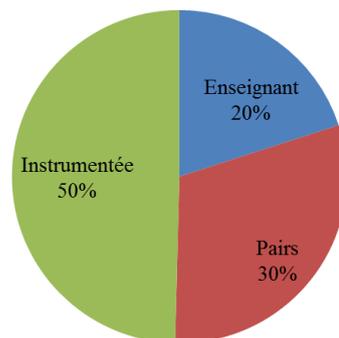


P3_G2

d) Répartition en pourcentage des modalités de régulation des élèves de l'enseignante 4

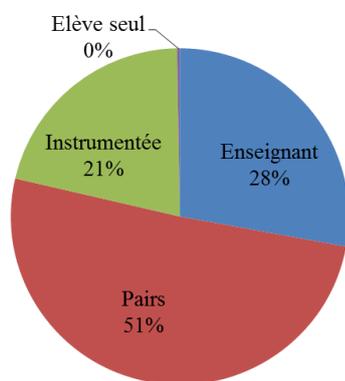


P4_G1

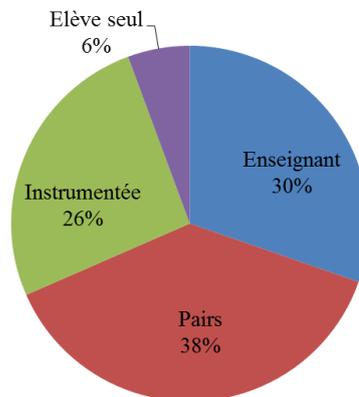


P4_G2

e) Répartition en pourcentage des modalités de régulation des élèves de l'enseignante 5

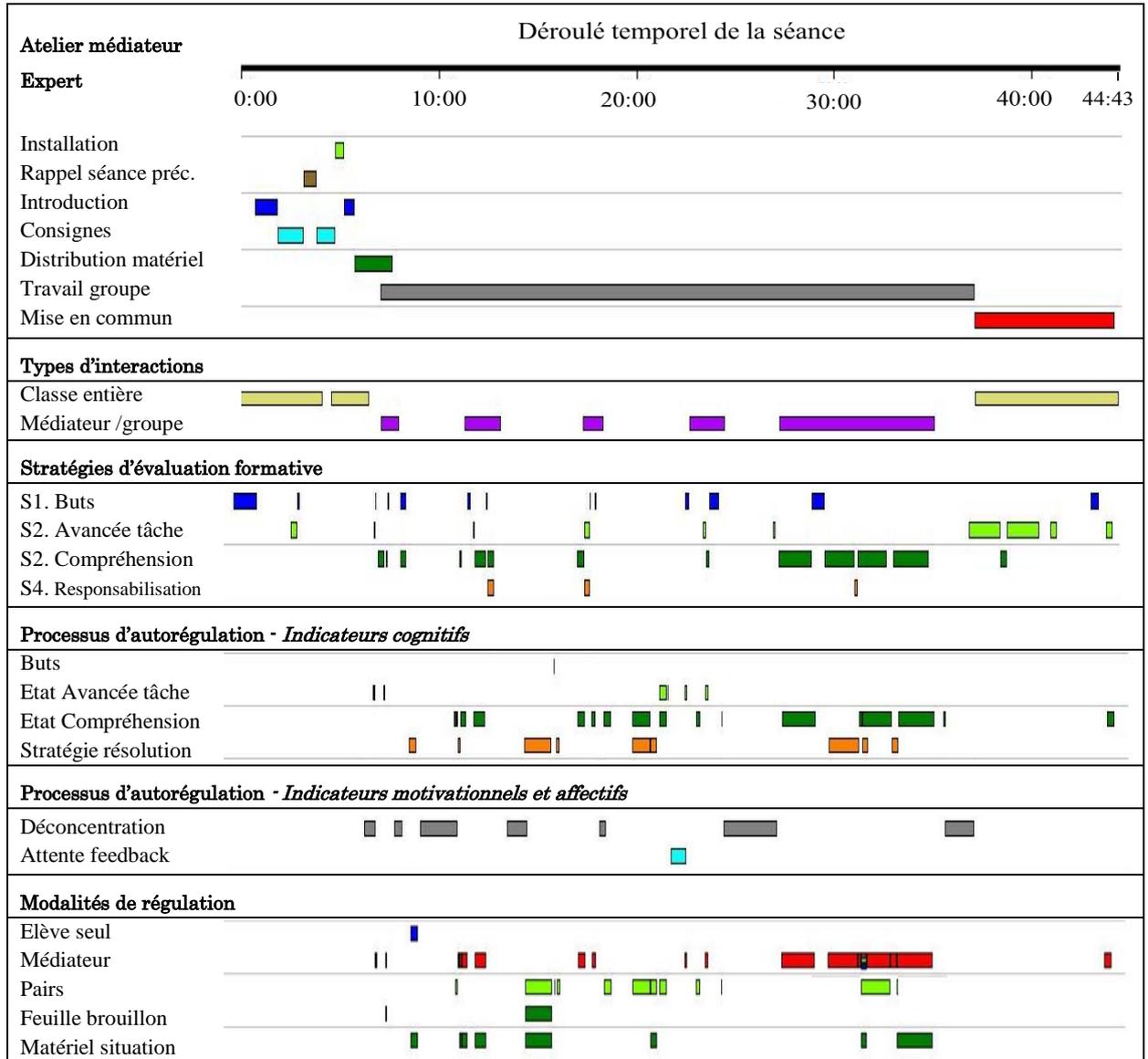


P5_G1



P5_G2

ANNEXE 14 : Analyse méso/micro : Atelier du médiateur scientifique expert



ANNEXE 15 : Analyse méso/micro : Atelier des médiateurs scientifiques novices

