

**Faculté de psychologie et des sciences
de l'éducation
Ecole d'éducation et de formation
Master en sciences de l'éducation**

**Étude de l'évolution des réactions d'élèves de
première secondaire à profils différents à des
sollicitations métacognitives régulières sur 6
semaines dans le cadre d'un cours de
mathématiques**

Auteur : Nicolas Ledoux

Promoteur : Stéphane Colognesi

Co-Promoteur : Simon Demorsy

Année académique 2022-2023

Master en sciences de l'éducation, finalité : apprentissage en milieu
scolaire

Remerciements

En ce moment important où je m'apprête à clore cette étape de ma vie académique, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours.

Tout d'abord, je tiens à remercier mes promoteurs, Stéphane Colognesi et Simon Demorsy, pour leur guidance précieuse, leurs conseils éclairés et leur disponibilité constante. Leurs retours constructifs et leurs encouragements ont grandement contribué à la réalisation de ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers l'UCLouvain et son corps professoral pour m'avoir fourni un environnement propice à l'apprentissage et à la recherche. Les ressources et les opportunités offertes ont été un atout inestimable dans l'accomplissement de ce travail.

Je remercie également la direction de l'établissement concerné par l'étude. Mes pensées vont également aux enseignants et aux élèves de l'étude qui ont généreusement partagé leur temps, sans lesquels cette recherche n'aurait pas pu prendre forme. Vos contributions ont enrichi ce travail de manière significative.

Je désire également exprimer ma gratitude envers les membres des groupes avec lesquels j'ai cheminé au cours de ces trois années. Mes remerciements pour les échanges fructueux, le soutien mutuel et l'atmosphère conviviale. À vos côtés, j'ai acquis une richesse tant sur le plan humain qu'intellectuel.

Mes remerciements s'étendent également à mes amis et ma famille, qui m'ont soutenu tout au long de cette aventure. Leurs encouragements, leur compréhension et leur soutien moral ont été essentiels dans les moments de doute et d'effort intense. J'adresse une pensée particulière à Stéphanie, Jules et Lucien qui ont fait preuve d'une patience remarquable et d'un amour à toute épreuve.

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	5
INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE	7
PARTIE 1: CADRE THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIE	11
CHAPITRE 1: CADRE CONCEPTUEL.....	11
1.1 Les différentes dimensions de la métacognition	12
1.2 Deux courants de recherches	18
CHAPITRE 2: CONTEXTE.....	20
2.1 L'activation de la métacognition chez les élèves.....	20
2.2 Capacités métacognitives des élèves du début du secondaire.....	22
2.3 Aspect transversal et disciplinaire de la métacognition	24
2.4 Sollicitations métacognitives en milieu scolaire et en mathématiques.....	24
SYNTHÈSE	27
CHAPITRE 3: MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	29
3.1 Participants	31
3.2 Déroulement de l'expérimentation	33
3.3 Récolte des données.....	40
3.4 Analyse des données	42
PARTIE 2: PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	48
CHAPITRE 4: PORTRAITS DES ÉLÈVES	48
4.1 Portraits des trois élèves de la modalité à l'oral : Benjamin, Marius et Hélène	48
4.2 Portraits des trois élèves de la modalité à l'écrit : Bérénice, Manon et Héloïse	78
4.3 Portraits des trois élèves de la modalité mixte : Bastien, Malek et Hanna	118
CHAPITRE 5: RÉSULTATS DE L'ANALYSE POUR LA QR1 : COMMENT PEUVENT ÉVOLUER LES RÉACTIONS D'ÉLÈVES DE PREMIÈRE SECONDAIRE À PROFILS DIFFÉRENTS À DES SOLLICITATIONS MÉTACOGNITIVES RÉGULIÈRES SUR 6 SEMAINES DANS LE CADRE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES ?	166
5.1 Comparaison des élèves ayant un niveau bas en mathématiques : Benjamin, Bérénice et Bastien.....	166
5.2 Comparaison des élèves ayant un score moyen en mathématiques : Marius, Manon et Malek	172
5.3 Comparaison des élèves ayant un score haut en mathématiques : Hélène, Héloïse et Hanna	178
5.4 Réponse à la QR1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?	183

CHAPITRE 6: RÉSULTATS DE L'ANALYSE POUR LA QR2 : COMMENT LA MODALITÉ DE SOLlicitation DE LA	
MÉTACOGNITION (À L'ORAL, À L'ÉCRIT, OU LES DEUX ENSEMBLE) INFLUENCE-T-ELLE CES RÉACTIONS ?	185
6.1 Comparaison des élèves de la modalité à l'oral : Benjamin, Marius et Hélène	185
6.2 Comparaison des élèves de la modalité à l'écrit : Bérénice, Manon et Héloïse	190
6.3 Comparaison des élèves de la modalité mixte : Bastien, Malek et Hanna	195
6.4 Réponse à la QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?	201
DISCUSSION	205
1. CHEMINEMENT	205
2. DISCUSSION RELATIVE À LA QR1	206
3. DISCUSSION RELATIVE À LA QR2	209
4. LIMITES ET PERSPECTIVES	214
4.1. Limites	214
4.2. Perspectives	217
CONCLUSION	219
BIBLIOGRAPHIE	222
TABLE DES ANNEXES	237

Le nombre de pages est dépassé avec l'autorisation du comité d'accompagnement.

Introduction et problématique

Au sein de l'OCDE, les enquêtes PISA sont utilisées pour évaluer le niveau scolaire des élèves. Ces données permettent d'observer l'évolution de leurs résultats, de les comparer aux autres pays, mais aussi de comparer des groupes d'élèves au sein des différents systèmes éducatifs. Les résultats des élèves en Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), depuis les années 2000, sont relativement constants. Néanmoins, il s'agit d'une stabilité basse qui se situe en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE¹. La FWB est à la fois moins performante, mais aussi plus inégalitaire. De plus, la FWB arrive à la dernière place du classement sur le retard scolaire. Le niveau de compétence et de connaissance des élèves en mathématiques est également en dessous de ce que l'on pourrait attendre. En FWB, c'est 40% des élèves de deuxième secondaire qui n'atteignent pas les compétences de base en mathématiques, la résolution de problème étant la compétence où les élèves sont le plus en difficulté (OECD, 2011).

La FWB tente de répondre à ces problèmes par la mise en œuvre du Pacte pour un Enseignement d'excellence (PEE) (avis 3, 2017), pour que notre système éducatif soit à la fois plus performant et plus équitable. Dans cette recherche, l'attention sera portée sur l'un des trois domaines transversaux du PEE, apprendre à apprendre et à poser des choix. La notion d'apprendre à apprendre s'inscrit dans des tendances internationales (EU² et ATCS³) et fait partie des compétences attendues au 21^e siècle dans le cadre d'une économie de la connaissance (Voogt & Roblin, 2012). Ce domaine est donc à la fois une réponse aux enjeux liés aux performances et inégalités sociales, mais aussi un moyen d'être en phase avec une vision internationale de l'évolution de nos sociétés.

La notion d'apprendre à apprendre est définie par l'European Education Council (2006) de la manière suivante :

Learning to learn is the ability to pursue and persist in learning, to organise one's own learning ... This competence includes awareness of one's own

¹ Premiers résultats de PISA 2018 en Fédération Wallonie-Bruxelles Décembre 2019

² Key competences for lifelong learning (cadre de référence européen).

³ Assessment and Teaching of 21st Century Skills

learning process and needs, identifying available opportunities, and the ability to overcome obstacles in order to learn successfully. (p. 10)

Cela fait référence à une posture réflexive de l'élève sur ses propres cognitions. Mannion et Mercer (2016) rappellent qu'apprendre à apprendre n'est pas un terme scientifique et qu'il s'inscrit dans une perspective politique. La recherche utilise le concept de métacognition pour aborder cette thématique (Perry et al., 2019).

Plusieurs éléments de recherche permettent de justifier ce domaine du PEE, avec en toile de fond la métacognition. En effet, les élèves plus métacognitifs sont en général plus performants dans les tâches scolaires (Rozencwajg, 2003; Escorcía & Fenouillet, 2011; Veenman et al., 2006). Ainsi, dans sa méga-analyse, Hattie (2009) classe l'enseignement des stratégies métacognitives au 9^e rang des pratiques les plus efficaces pour améliorer les résultats scolaires des élèves. Des recherches ultérieures confirment l'importance de la métacognition dans l'apprentissage (Colognesi et al., 2019 ; Dignath et al., 2008 ; Zohar & Barzilai, 2013 ; Mannion & Mercer, 2016 ; Perry et al., 2012 ; Özsoy & Ataman, 2009). Concernant les mathématiques, la métacognition est considérée comme un facteur important pour prédire les performances des élèves dans cette discipline (Depaepe et al., 2010; Ohtani & Hisasaka, 2018). La littérature mentionne également d'autres effets bénéfiques de la métacognition dans l'enseignement, par exemple la réduction de l'écart entre les groupes d'élèves (Pat-El et al., 2012 ; Burgess, 2012 ; Mannion & Mercer 2016) ou encore son impact sur certaines dimensions de la motivation (Colognesi et al., 2019).

Au regard des difficultés que rencontrent les apprenants et de l'enjeu que recouvre la métacognition, l'engagement des enseignants est nécessaire. Le domaine apprendre à apprendre et à poser des choix a d'ailleurs une dimension transversale, chaque enseignant devra ainsi se l'approprier. Face à l'importance que recouvre la métacognition dans l'accès, par les élèves, à l'apprentissage, il apparaît essentiel de se pencher sur la relation entre l'action pédagogique et les processus métacognitifs. La recherche encourage à agir sur la métacognition, car celle-ci n'est que rarement mobilisée de façon spontanée et nécessite l'intervention de l'enseignant (Büchel 2015 ; Schunk 2001, cités par Demorsy et al., 2023).

Pourtant, seule une faible proportion d'enseignants mettent en œuvre des pratiques qui favorisent la métacognition (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016 ; Depaepe et al., 2010). Ceux-ci perçoivent que les bénéfices sont trop lents à se produire (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016), ou que leur mise en œuvre paraît trop exigeante (Vlassis et al., 2014). Il leur apparaît également que le concept de métacognition est difficile à comprendre (Wilson & Bai, 2010). Demorsy et al. (2023) relèvent trois éléments qui empêchent les enseignants d'intégrer la métacognition dans leurs pratiques. Tout d'abord, ils pensent que la métacognition ne contribue pas à fournir des connaissances sur la matière. Ensuite, les enseignants auraient comme croyance que la métacognition n'est pas spécifique à un domaine. Enfin, ils estiment que tous les élèves ne sont pas en mesure de répondre à des questions métacognitives.

La recherche n'apporte pas beaucoup de réponses à cette dernière préoccupation. Néanmoins, quelques auteurs mettent en évidence que l'entrée dans l'enseignement secondaire est propice à l'utilisation des compétences métacognitives. Ainsi, Colognesi (2015), sur la base des travaux de Portelance (1999), souligne que le développement de la métacognition conduit les apprenants à accroître leur capacité à mobiliser et à améliorer l'ensemble de leurs compétences métacognitives entre l'âge de 12 et 14 ans. Demorsy et al. (2023) montre que les élèves de 12 à 13 ans sont capables de répondre à des sollicitations métacognitives. Néanmoins, ils précisent que si les élèves sont en mesure de formuler des réponses relativement élaborées concernant leurs sentiments, et dans une moindre mesure leurs connaissances, il est apparu que les réponses des apprenants concernant leurs stratégies sont relativement simplistes et peu claires.

Le manque de réponse de la recherche aux croyances des enseignants pose problème, car pour amener les apprenants à activer des compétences métacognitives, il est nécessaire de sensibiliser les enseignants à celles-ci (Ozturk, 2017). De plus, il semble primordial de leur permettre d'être à l'aise avec la métacognition, de leur offrir le soutien nécessaire au développement de leur pratique professionnelle (Perry et al., 2019). Mais, là aussi, peu de recherches aident à comprendre ce qui peut faire évoluer les réponses des élèves à l'entrée du secondaire. Les recherches dans le domaine, mais qui ne s'attardent pas spécifiquement aux élèves de 12 à 14 ans, ont toutefois mis en évidence que les prompts s'avèrent relativement efficaces pour activer des régulations

métacognitives (Rosenshine et al., 1996 ; Ge et al., 2005) et que ceux-ci sont économiques et non directifs (Bannert, 2006). En FWB, il existe une étude (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016), qui montre un effet bénéfique d'un dispositif sur le développement des compétences métacognitives en mathématiques au début du secondaire.

Il semble également y avoir une lacune de la recherche en ce qui concerne les différentes modalités d'activation des compétences métacognitives. Nous n'avons pas trouvé de recherche sur les différences entre des apprenants s'exprimant à l'oral, à l'écrit ou en combinant ces deux modalités. Ceci permettrait d'apporter un éclairage sur l'intérêt et l'efficacité des différentes interventions métacognitives.

Dès lors, l'objectif de cette recherche est de comprendre dans quelle mesure des sollicitations régulières faisant appel à des réponses métacognitives orales, écrites ou mixtes des apprenants de première secondaire en mathématiques, diffèrent dans leur capacité à activer et développer les compétences métacognitives. Outre l'intérêt pour la pratique de terrain, apporter des données sur cette question devrait permettre de générer de nouvelles questions sur les différences potentielles entre les modalités et la mise en œuvre des interventions engageant la métacognition. Ceci nous amène à nous poser deux questions de recherche :

QR1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?

QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Pour répondre à ces questions, nous avons choisi une approche qualitative. Celle-ci est particulièrement adaptée pour répondre à des questions lorsque peu de recherches antérieures ont été menées sur le sujet. Le choix et la description de la méthodologie seront développés au chapitre 3.

Partie 1: Cadre théorique et méthodologie

Dans ce mémoire, nous souhaitons approfondir notre compréhension de l'évolution des compétences métacognitives des élèves du début du secondaire lorsqu'elles sont sollicitées de manière régulière. Le cadre théorique de cette étude est composé de deux volets. La première partie est consacrée au développement du concept de métacognition ainsi que ses différentes dimensions. Les deux paradigmes de recherche qui ont été proposés pour étudier la métacognition sont également abordés dans ce premier volet. La seconde partie est dédiée à la présentation des connaissances actuelles sur l'activation des compétences métacognitives et sur les caractéristiques des élèves du secondaire.

Chapitre 1: Cadre conceptuel

La plupart des auteurs s'accordent à citer Flavell (1979) comme le premier auteur à utiliser le concept de métacognition (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016; Efklides, 2006; Veenman et al., 2006). Il définit la métacognition comme la cognition sur la cognition, les deux fonctions de celle-ci étant la surveillance (*monitoring*) et le contrôle (*control*) de la cognition (Flavell, 1979).

La métacognition a été utilisée dans différents domaines (sociologie, psychologie, éducation, linguistique, etc.), ce qui explique qu'il y a eu des variations dans le concept (Allix et al., 2023). Plusieurs auteurs (Veenman et al., 2006 ; Desoete & Ozsoy, 2009; Allix et al., 2023) signalent que le concept de métacognition est polysémique. Ainsi, Zohar et Ben-Ari (2022) déplorent le manque de clarté conceptuelle et de cadre théorique commun. En effet, plusieurs termes sont employés, parfois les uns pour les autres, dans la littérature du domaine : croyances métacognitives, conscience métacognitive, expérience métacognitive, sentiment de savoir, métamémoire, compétences métacognitives, autorégulation, etc. Certains auteurs abordent parfois des phénomènes qui se chevauchent avec des concepts différents (Desoete & Ozsoy, 2009) ou utilisent des termes identiques pour aborder des concepts différents. Néanmoins, da Rosa et al., (2021) précisent que les chercheurs, quel que soit le domaine, font référence à la définition de Flavell (1979). Actuellement, il existe

certain consensus pour dire que: “La métacognition est la connaissance que le sujet a de ses connaissances et la capacité de régulation donnée aux processus exécutifs, ajoutée au contrôle et à l'orchestration de ces mécanismes⁴ [traduction libre].” (da Rosa et al., 2021, p.273). De plus, Vosniadou et al. (2021) notent que toutes les théories s'accordent à dire que la métacognition fait référence au fait que les individus sont capables d'améliorer leurs apprentissages et leurs performances scolaires grâce à l'utilisation de stratégies pour planifier, suivre et contrôler leur apprentissage.

1.1 Les différentes dimensions de la métacognition

Dans ce point, les différentes facettes de la métacognition sont développées, à savoir les compétences métacognitives, les connaissances métacognitives et les expériences métacognitives. Allix et al. (2023) sur base des travaux de Flavel, assignent les compétences métacognitives à la fonction de contrôle tandis que les deux autres composantes sont la manifestation de la fonction de *monitoring*.

1.1.1 Les compétences métacognitives

Comme le précise Focant (2004), la finalité des connaissances métacognitives de l'individu n'est pas de rester inutilisées dans son répertoire de connaissance, elles doivent l'aider à atteindre ses buts, accomplir différentes tâches et développer de nouvelles connaissances. Cette utilisation des connaissances par les individus passe par la surveillance de leur cognition via des expériences métacognitives (Allix et al., 2023). Mais la prise de contrôle intentionnel des processus cognitifs renvoie à la notion de compétence métacognitive (Desoete & Ozsoy, 2009). Beaucoup de notions équivalentes se côtoient dans la littérature pour désigner les compétences métacognitives. Les notions de régulation de la métacognition, stratégies métacognitives, fonctions exécutives renvoient toutes à la même dimension de la métacognition (Berger, 2008).

De son côté, Colognesi (2015), sur la base des travaux de Portlance (1999), résume les compétences métacognitives à la capacité de l'apprenant à gérer efficacement sa façon

⁴ Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos.

d'apprendre. Il en résulte que les compétences métacognitives servent l'action de l'individu, ce qui pose la question du lien entre les compétences et les différents moments de l'action.

Pour identifier quand intervenir, Veenman (2012) identifie trois moments durant lesquels différentes compétences métacognitives peuvent être activées : avant, pendant et après la tâche. Colognesi et al. (2020) identifient six compétences métacognitives (Figure 1) impliquées lors de ces trois phases : l'orientation, la planification, le *monitoring*, le *monitoring* de vérification, l'évaluation de la production et l'évaluation du processus.

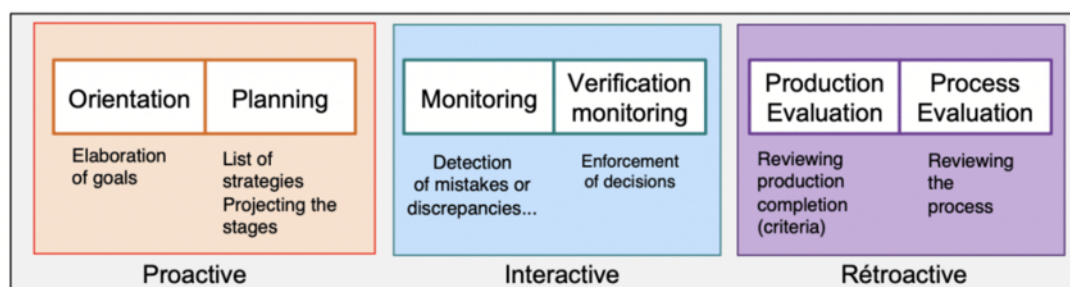


Figure 1: Tableau des compétences métacognitives (Colognesi et al., 2020, p.460)

Avant la tâche, la compétence d'**orientation** est mobilisée pour définir les buts à atteindre par rapport aux exigences de la tâche (Gagniere, 2010). En situation scolaire, c'est rarement les apprenants qui fixent les buts, ceux-ci sont généralement déterminés par l'enseignant ou l'énoncé de la tâche (Ridley, Schutz, Glanz & Weinstein, 1992 cités par Hanin, 2018). Néanmoins, l'apprenant doit s'approprier la demande, lui donner du sens en fonction du contexte proposé et ensuite élaborer une interprétation qui lui est propre (Saboya, 2012). C'est à ce moment que l'apprenant peut lire et relire la consigne pour avoir une représentation de la tâche la plus complète possible (Gagniere, 2010). Hanin (2018), à la suite de plusieurs auteurs (e.g. ; Boekaerts & Niemivirta, 2000 ; Pintrich, 2000 ; Focant & Grégoire, 2008 ; Zimmerman 2011), explique que deux fonctions sont accordées aux buts. D'abord, ils permettent d'activer les connaissances que l'apprenant estime utiles à la réalisation de la tâche. Ensuite, ils constituent la référence par rapport à laquelle l'apprenant peut évaluer ses actions et éventuellement les adapter. Deux types de buts sont relevés dans la littérature par Hanin (2018), les buts proximaux et les buts plus distants. Les premiers permettant

d'atteindre les seconds, ils sont également plus efficaces pour des performances immédiates.

Toujours **avant la tâche**, la **planification** consiste à séquencer la réalisation de la tâche en différentes étapes, en décomposant les buts à atteindre en sous-buts et en identifiant les stratégies pertinentes pour les atteindre. Cela passe par une analyse plus approfondie des informations liées à la tâche (Gagniere, 2010). La complexité de la planification dépend de la tâche demandée, ainsi dans le cadre d'une situation problème, il n'est pas possible à l'apprenant d'utiliser une procédure déjà acquise, c'est à lui d'élaborer un plan d'action pour atteindre le but fixé (Focant & Grégoire, 2008, cités par Hanin, 2018)

Pendant la tâche, c'est à ce moment que le processus de **monitoring** s'active. Durant cette phase, l'individu va vérifier l'adéquation entre les buts poursuivis, le plan initial et le vécu de l'individu. Le **monitoring de vérification** consiste à vérifier les méthodes pour éventuellement les adapter ou les changer. Si des écarts trop importants sont perçus ou que des erreurs sont détectées, les stratégies de régulation sont activées pour ajuster les stratégies, revoir le plan, les buts fixés, l'effort à fournir ou la gestion du temps (Portelance, 1999, cité par Colognesi, 2015; Demorsy, 2023; Gagniere, 2010).

Après la tâche, l'individu évalue s'il a atteint les buts qu'il s'était fixés. Cette phase d'**évaluation de la production** prend en considération les stratégies et la planification mise en œuvre en interrogeant les raisons pour lesquelles les buts sont atteints ou non. C'est à partir de cette évaluation que la dernière compétence peut s'exercer. L'individu va finalement envisager **l'évaluation du processus** de résolution de la tâche dans son ensemble. Ainsi, cette compétence va permettre de faire le point sur les forces et les faiblesses de la démarche. Ces conclusions permettront d'améliorer la méthode utilisée (Demorsy et al., 2023; Gagniere, 2010). Il reste à préciser que l'évaluation, bien que située à la fin du processus, peut intervenir aux différentes étapes de la démarche (Portelance, 1999, cité par Colognesi, 2015).

1.1.2 Les connaissances métacognitives

Dans la présente section, nous procédons à l'examen des connaissances métacognitives en intégrant les travaux de différents auteurs. Les connaissances métacognitives peuvent être classées en trois catégories : déclaratives, procédurales et conditionnelles (Craig et al., 2020; Jacobs & Paris, 1987, cité par Dezoet 2007; Moshman, 2018; Colognesi 2016; Hanin, 2018).

Colognesi (2015) sur la base des travaux de différents auteurs (Focant, 2004 ; Flavel, 1979, 1987 ; Portlance, 1999), précise qu'il y a quatre catégories de connaissances déclaratives. Premièrement, **les connaissances relatives à la personne** avec tout d'abord, des connaissances sur ses propres capacités, ses faiblesses ou ses forces, ce qui détermine ses propres performances (« je suis bon en calcul, je retiens vite un poème, je n'ai pas le sens de l'orientation »). Ensuite, les connaissances relatives aux autres sont également incluses dans cette catégorie (« Jack comprend tout du premier coup, Elise retient facilement le vocabulaire d'anglais »). Cette catégorie englobe également les croyances, correctes ou pas, sur le fonctionnement partagé de la cognition (« chacun dispose d'une mémoire à court terme et à long terme »). Enfin, des différences intra-individuelles comme le fait de savoir que l'on est plus performant dans une catégorie que dans une autre et interindividuel comme savoir qu'une autre personne est plus ou moins performante que soi, font aussi partie de ce type de connaissance.

Une deuxième forme de **connaissance déclarative concerne les tâches**. L'individu a en mémoire des informations sur la nature de la tâche, mais aussi sur ces exigences. Ces informations peuvent être suffisantes ou non et ainsi permettre à l'individu d'estimer si la tâche lui semble facile ou difficile (Lafortune et al., 2000, cité par Focant, 2004). Ces connaissances sur les tâches, liées aux connaissances sur la personne, permettent à l'apprenant d'opérer une gestion de son activité cognitive (Gagniere, 2010).

Ensuite, Colognesi (2015) cite les **connaissances relatives aux stratégies** comme troisième forme de connaissance déclarative. Cette catégorie fait référence aux connaissances sur la nature, l'efficacité et l'utilité des stratégies. Ces connaissances

peuvent être spécifiques au domaine ou plus générales. Enfin, la quatrième catégorie concerne les **connaissances sur les combinaisons des trois catégories** précédentes.

La Figure 2 représente une schématisation de l'ensemble des connaissances métacognitives proposée par Colognesi (2015).

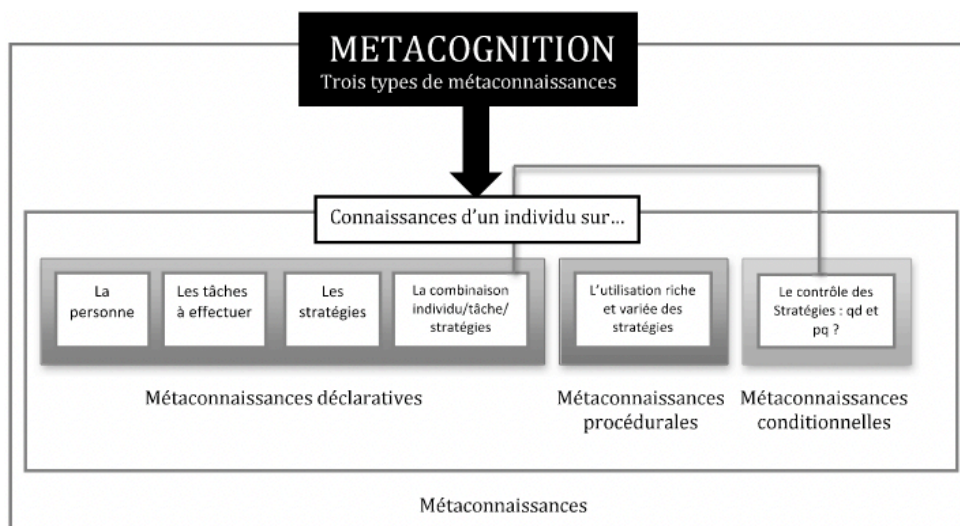


Figure 2: Colognesi, 2015, p. 88

Pour Efklides (2008), les connaissances déclaratives sont enrichies et actualisées constamment lors du suivi conscient de la cognition. Toutefois, il n'y a pas de dépendance entre les processus en jeu dans la construction des connaissances métacognitives et la surveillance du traitement cognitif. On parle aussi de surveillance hors ligne de la cognition.

Les deux autres formes de connaissances métacognitives, à savoir les connaissances procédurales et conditionnelles, concernent les connaissances sur les stratégies (Berger, 2008; Colognesi, 2015; Hanin, 2018). Les connaissances procédurales sont les informations sur l'exécution des stratégies pour réaliser une tâche, mais aussi les connaissances plus ou moins riches des combinaisons possibles de stratégies pour résoudre un problème, pour atteindre un but (Focant, 2004). Ce type de connaissances concerne le « comment faire, comment m'y prendre ? » (Colognesi, 2015, p.89). Inciter les apprenants à mobiliser ces connaissances permettrait d'améliorer leurs performances (Gagniere, 2010). Enfin, les connaissances conditionnelles font référence au fait de savoir quand et pourquoi utiliser les différentes stratégies

cognitives (Jacobs & Paris, 1987; Pintrich, Wolters & Baxter, 2000, cités par Hanin, 2018).

Escorcía et Fenouillet (2011) relèvent que les élèves ayant davantage de connaissances métacognitives obtiennent de meilleures performances en écriture. L'enrichissement des connaissances métacognitives peut se faire lors de l'exécution d'une tâche. En effet, lorsqu'il utilise ses métaconnaissances, l'apprenant peut en acquérir de nouvelles (Portelance, 2007, citée par Colognesi, 2015). Le processus de surveillance participe également à la génération de ces nouvelles connaissances (Veenman et al., 2006).

Selon Efklides (2008), les métaconnaissances sont une base de données au service du contrôle conscient de la cognition lorsque le traitement automatique s'avère inefficace. Cependant, l'accumulation de connaissances métacognitives ne suffit pas à garantir un apprentissage efficace, car ces connaissances peuvent être soit correctes, soit erronées, comme le soulignent Veenman et al. (2006). De plus, ces connaissances incorrectes peuvent être résistantes au changement, ce qui est moins le cas pour les compétences métacognitives, car celles-ci intègrent un mécanisme de rétroaction (Veenman et al., 2006). En effet, les connaissances métacognitives ont leur propre existence indépendamment des actions de l'individu, les apprenants pourraient voir leur progression entravée si ces connaissances ne sont pas mobilisées (Colognesi, 2015).

Dans le point suivant, l'attention est portée sur une dimension en ligne de la métacognition, soit les opérations métacognitives en lien avec la gestion de la tâche et le traitement de l'information (Colognesi et al., 2019).

1.1.3 Les expériences métacognitives

Lorsqu'un individu est face à une tâche dans laquelle il s'engage cognitivement, il vit une expérience tant affective que cognitive. Lors de cette tâche, l'activité métacognitive consistant à surveiller et à analyser le processus cognitif est ce que Flavell (1979) appelle l'expérience métacognitive. Efklides (2008), quant à elle, définit les expériences métacognitives comme ce que l'individu perçoit et ressent lors du traitement de l'information lié à une tâche dans laquelle il est engagé.

Les expériences métacognitives peuvent prendre la forme de ressentis, de jugements, d'estimation, mais aussi de connaissances relatives à la tâche et qui sont mobilisées dans la mémoire de travail (Efklides, 2008). Efklides (2008) distingue trois catégories d'expérience métacognitive qui vont maintenant être détaillées.

Tout d'abord, il y a les **sentiments** métacognitifs qui peuvent prendre la forme d'un sentiment de savoir, un sentiment de confiance, un sentiment de difficulté. Les deux premières formes de sentiment sont plutôt étudiées dans le domaine de la mémoire. Le sentiment de difficulté est davantage étudié dans le cadre de la résolution de problèmes. Il entre en jeu dans les processus d'autorégulation de l'effort. Ensuite il y a les **jugements** associés à ces sentiments. Par exemple, les sentiments de difficulté et de confiance se voient associés à l'estimation du temps nécessaire à la réalisation de la tâche, à l'estimation de l'effort ou à l'appréciation de l'exactitude de la solution. Enfin, les **connaissances en ligne**, même s'il s'agit d'éléments présents dans les connaissances métacognitives, sont assimilées à des expériences métacognitives, car l'apprenant en a conscience lors de la réalisation de la tâche (Efklides, 2008).

Ainsi, les expériences métacognitives permettent aux individus de prendre conscience de leur cognition. Cela participe au mécanisme de surveillance qui enclenche le processus de contrôle afin d'atteindre le but fixé (Efklides, 2008).

Comme pour les connaissances métacognitives, les expériences métacognitives peuvent également être mal adaptées à la tâche. Par exemple en n'alertant pas l'apprenant sur les difficultés auxquelles il fait face. Ainsi, un individu qui n'aurait pas conscience de son ignorance ou de ses difficultés pourrait très bien produire des solutions incorrectes avec fluidité. Son mécanisme de contrôle ne serait alors pas activé de manière adéquate (Desoete & Ozsoy, 2009; Kruger & Dunning, 1999).

1.2 Deux courants de recherches

Après avoir défini la métacognition et précisé ses différentes dimensions, il reste à présenter les deux grands courants de recherche qui se sont développés autour de celle-ci.

Le premier courant s'inscrit dans la perspective envisagée par Flavell. Dans la description de son modèle du *monitoring* cognitif, Flavell (1979) met en avant l'intérêt de son modèle pour des recherches développementales et pose ainsi les bases de l'une des branches d'étude de la métacognition. Selon Gagniere (2010), ce courant vise à développer des compétences et des connaissances métacognitives afin qu'elles soient généralisées et transférées hors du contexte spécifique de leur acquisition, sur le long terme. Ce type d'intervention vise à former les élèves à la métacognition, cette dernière est l'objet de l'apprentissage et les chercheurs (Bosson et al., 2010 ; Kramarski, 2004 ; Kramarski & Mevarech, 2003 ; Mevarech & Amrany, 2008) tentent, à l'aide d'un programme ou d'un entraînement, à améliorer les compétences métacognitives des apprenants (Gagniere, 2010).

Le second domaine de recherche, qualifié de cognitiviste (Gagniere, 2010), aborde la métacognition sous un aspect instrumental (Efklides, 2008). Ici, il s'agit de s'appuyer sur les connaissances et compétences déjà présentes pour améliorer les performances d'apprentissage (Gagniere, 2010; Son & Schwartz, 2002). Les chercheurs envisagent dès lors deux problématiques qui sont l'activation des compétences métacognitives et l'effet des incitations sur les apprentissages (Gagniere, 2010).

Comme le précise Colognesi (2015) suite aux travaux de Coen, cette deuxième perspective n'exclut pas pour autant la possibilité d'un développement de la métacognition. De même, Colognesi (2015), sur la base des travaux de Portlance(1999), en s'inscrivant dans cette perspective, parle d'un agir métacognitif qui dépasse le savoir et le savoir-faire. Cela passe par une prise de conscience et un contrôle de sa manière d'apprendre. De cette manière, lors d'une tâche d'apprentissage, de nouvelles connaissances métacognitives peuvent venir enrichir le savoir métacognitif. Le rôle de l'enseignant serait dès lors d'adopter des méthodes et pratiques visant à soutenir la régulation des apprentissages (Gagniere, 2010). Cette posture renvoie à la notion d'étaillage, qui trouve sa source dans la théorie socioculturelle de Vygotsky. L'usage originel de ce concept reflète l'idée d'assister la transition entre une performance accompagnée vers une performance indépendante (Gagniere, 2010). Une approche plus actuelle envisage l'étaillage comme un moyen d'activer des stratégies d'autorégulation déjà présentes chez l'apprenant (Thillmann et al., 2009).

Chapitre 2: Contexte

Les aspects conceptuels ayant été développés, il reste à présenter les aspects théoriques propres au contexte particulier de la recherche. Les conditions d'activation des compétences métacognitives, les caractéristiques des élèves du début du secondaire ainsi que le contexte particulier du cours de mathématiques sont développés dans cette partie.

2.1 L'activation de la métacognition chez les élèves

Cette recherche s'inscrit dans le courant cognitiviste pour lequel l'activation des compétences métacognitives est centrale. Il est donc nécessaire de se demander dans quelle mesure l'environnement peut agir sur ces activations, mais aussi de réfléchir à l'intérêt d'intervenir en ce sens.

Tous les apprenants ne sont pas égaux face à l'acquisition des compétences métacognitives. Veenman et al. (2004) expliquent que les compétences et connaissances métacognitives s'acquièrent également par la stimulation de l'entourage, que ce soient par exemple les parents ou les enseignants. Selon l'environnement dans lequel l'enfant évolue, son bagage métacognitif peut être plus ou moins développé.

Le milieu scolaire peut dès lors s'avérer capital pour développer chez l'apprenant ses compétences métacognitives. Veenman et al. (2006) distingue deux types de déficits métacognitifs. D'une part les élèves qui ont un déficit de métacognition en termes de disponibilité, ce sont des apprenants qui ne possèdent pas de connaissances et de compétences métacognitives suffisantes. D'autre part, certains apprenants souffrent d'un déficit de métacognition en termes de production. Ces élèves possèdent les compétences et connaissances métacognitives, mais ils ne parviennent pas à les utiliser durant la réalisation de la tâche.

Il en résulte que la métacognition n'est pas automatique chez tous les apprenants, elle est même rarement spontanée (Gama, 2004, cité par Gagniere, 2010; Lin et al., 1999; Lin & Lehman, 1999). Afin de permettre à l'apprenant de comprendre ses processus

internes, des médiations métacognitives passant par une interaction sociale, semblent alors indispensables (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016).

Comme cela a été précisé par Efklides (2006, 2008), il est possible d'activer les compétences métacognitives. Ceci permet de répondre à un déficit de production des apprenants. Cette activation peut être le résultat d'une expérience métacognitive, par exemple lorsqu'une erreur est détectée.

Après avoir souligné l'intérêt d'activer les compétences métacognitives, il s'agit maintenant d'identifier plus précisément quand les solliciter et par quels moyens.

Pour Gagniere (2010), les activations trouvent leur source dans la vision actuelle de l'étayage, non pas comme un soutien au processus d'internalisation amenant l'apprenant à l'autonomie ou des « régulations externes s'internalisent peu à peu » (Gagniere, 2010, p.80), mais comme un soutien pour l'activation de stratégies qui sont disponibles à l'apprenant .

Pour activer les compétences métacognitives, Gagniere (2010) fait appel à la notion de prompt métacognitif. Suite au constat de Chi et al. (1989), que les individus maîtrisant de bonnes pratiques de résolution ont davantage recours à l'auto-explication que les mauvais résolveurs, Dominowski (cité par Gagniere, 2010) conclut que ces auto-explications déclenchent des processus de planification, de *monitoring* et de contrôle. Ces recherches ont conduit à l'inventaire de prompts permettant d'activer les stratégies métacognitives (Gagniere, 2010), ceci sous-entend que les stratégies sont bien présentes chez l'individu (Bannert, 2006; Berthold et al., 2007).

D'autres recherches ont permis de mettre en évidence que différents types de prompts permettent d'activer différents types de verbalisation dont les effets peuvent différer (Chen & Bradshaw, 2007; Rosenshine et al., 1996). En s'appuyant sur les travaux de Berardi-Coletta et Dominowski (1995) et de Veenman et al. (2006), Colognesi et Van Nieuwenhoven (2016) identifient trois moments pour faire intervenir les prompts, avant, pendant et après la tâche. Certains de ces prompts étant orientés vers le processus alors que d'autres incitent à justifier les raisons des actions effectuées. Les différents types de prompts ont donc comme fonction de convoquer les compétences

métacognitives au moment opportun, comme illustré dans la Figure 1. Ils ont aussi l'avantage d'être économiques lors de leur mise en œuvre (Bannert, 2006; Berthold et al., 2007).

2.2 Capacités métacognitives des élèves du début du secondaire

Maintenant que les différentes composantes de la métacognition et leur activation ont été précisées, il faut comprendre à quel stade du développement métacognitif les élèves du début du secondaire sont arrivés.

Dans leur synthèse, Allix et al. (2023) relèvent que la métacognition se développe progressivement tout au long de la vie, avec des capacités métacognitives élémentaires présentes dès l'âge de 2-3 ans et des connaissances métacognitives qui se développent rapidement avec la scolarisation jusqu'à l'âge de 10-12 ans. À l'adolescence, les individus doivent encore généraliser les connaissances métacognitives qu'ils ont acquises dans des situations spécifiques pour pouvoir les appliquer à divers contextes ou situations.

Dans cette même synthèse, les auteurs (2023) mentionnent que les expériences métacognitives suivent également un développement progressif. En s'appuyant sur un certain nombre d'auteurs (e.g. Hembacher & Ghetti, 2014 ; Roebbers, Kälin, et al., 2019 ; Koriat & Ackerman, 2010 ; Weil et al., 2013), Allix et al. (2023) identifient que les enfants de 3-4 ans sont en mesure de porter des jugements de confiance sur la justesse de leur réponse. À mesure que ce jugement progresse, les enfants développent un niveau de confiance plus précis, c'est-à-dire que l'excès de confiance diminue. Les auteurs identifient l'âge de 7-10 ans comme la période où les enfants commencent à avoir des expériences métacognitives fiables. Allix et al. (2023) constatent que peu de recherches portent sur le développement des expériences métacognitives des adolescents. Les auteurs (2023) citent toutefois une étude de Weil et al. (2013) qui montre un progrès constant du jugement de confiance tout au long de l'adolescence.

Allix et al. (2023) font également les constats suivants concernant les compétences métacognitives. En ce qui concerne leur développement, celui-ci est dépendant des connaissances et expériences métacognitives. Actuellement, il semble y a voir un

consensus sur le fait que les compétences métacognitives apparaissent aux alentours des 5 ans de l'enfant. Progressivement, à partir de l'âge de 7-8 ans, les enfants développent leurs capacités à utiliser leur jugement de confiance pour identifier leurs erreurs et les corriger. Selon Veenman et al., (2006), les compétences métacognitives se manifestent à partir de l'âge de 8 à 10 ans, mais certaines de leurs composantes, telles que le suivi et l'évaluation, peuvent se développer plus tardivement que d'autres. Selon Colognesi 2015, sur la base des travaux de Portlance (1999), le développement graduel de la métacognition permet aux apprenants d'améliorer et de mobiliser toutes leurs compétences métacognitives entre l'âge de 12 et 14 ans. La précision et la maîtrise des compétences métacognitives ne cessent de s'améliorer jusqu'à un plateau vers l'âge de 14-15 ans qui serait l'âge à partir duquel s'opère une évolution vers une généralisation de la métacognition (Van der Stel & Veenman, 2014).

Si les apprenants sont métacognitifs à l'entrée du secondaire, peu de recherches permettent de comprendre comment les élèves sont capables de répondre aux sollicitations métacognitives. Dans leur étude, Demorsy et al. (2023) ont suivi 92 élèves de 12 à 14 lors d'une activité de mathématiques ou de science pendant laquelle les élèves étaient soumis à des questions métacognitives. L'objectif de la recherche était d'un part de mieux comprendre dans quelle mesure les élèves du début du secondaire sont capables de répondre à des questions métacognitives et d'autre part, de voir si les réponses différaient d'une discipline à l'autre. De cette recherche, les auteurs (2023) ont conclu que les élèves sont capables de répondre à des questions métacognitives et que ceux-ci formulent des réponses sur leurs stratégies, connaissances et expériences métacognitives. Ces premiers résultats viennent confirmer les théories précédentes sur les capacités métacognitives des élèves de cet âge. Cependant, il ressort également de cette recherche que les réponses des élèves sont peu élaborées, quelle que soit la discipline (science ou mathématiques).

Dans cette même recherche, les réponses des élèves liées aux stratégies ont été subdivisées en quatre catégories, l'explicitation des actions, la justification des actions, l'autoévaluation et l'autoprojection. La première catégorie de réponses est la catégorie de sens la plus représentée (60,4% des unités de sens en mathématiques). Il s'agit le plus souvent d'actions simples (une seule action) en lien avec la tâche et formulées avant la réalisation de celle-ci. Certains élèves sont toutefois capables de formuler des

actions plus élaborées et comportant des mots de liaison (et, puis, ensuite ...). La justification des actions est plutôt présente avant et pendant la tâche (22,5% des unités de sens en mathématiques). La plupart des élèves ont évalué leur production sans être en mesure de le justifier (8,4% des unités de sens en mathématiques). Enfin, les stratégies formulées en vue de la réalisation d'une tâche similaire (12,3% des unités de sens en mathématiques) forment deux catégories. Soit les élèves mentionnent des stratégies à conserver, soit des stratégies à changer. Si un changement était proposé, ceux-ci restaient simples et non spécifiques à la tâche (écrire, mieux lire, etc.).

2.3 Aspect transversal et disciplinaire de la métacognition

Allix et al. (2023) ont relevé que certaines recherches identifient la métacognition comme spécifique au domaine d'apprentissage, tandis que d'autres ont suggéré qu'elle était générale et commune à tous les domaines. Actuellement, les recherches tendent à confirmer que les individus passent progressivement d'une métacognition spécifique au domaine à une métacognition plus générale et applicable à tous les domaines (Allix et al., 2023).

Plusieurs recherches permettent d'envisager cette évolution. Allix et al. (2023) ont identifié dans la littérature que les enfants commencent à accumuler des compétences métacognitives spécifiques aux domaines. Ensuite, autour de l'âge de 10 ans, une transition semble s'amorcer. Ce qui leur permet de combiner leurs diverses compétences métacognitives acquises dans différents domaines pour en extraire des caractéristiques plus générales. Vers l'âge de 13 ans, les enfants seraient capables d'utiliser une métacognition générale dans différents domaines tout en utilisant une métacognition spécifique si les situations le nécessitent.

2.4 Sollicitations métacognitives en milieu scolaire et en mathématiques

Parmi les recherches empiriques sur la métacognition, il y a des interventions qui forment les élèves à la métacognition, cette dernière est l'objet de l'apprentissage et les chercheurs tentent, à l'aide d'un programme (DELV, IMPROVE) ou d'un

entraînement, d'améliorer les compétences métacognitives des apprenants (Berger et al., 2010; Bosson et al., 2010; Kramarski, 2004; Kramarski & Mevarech, 2003; Mevarech, 1999; Mevarech & Amrany, 2008). Voir aussi Desoete & De Craene, (2019) pour une revue de certaines de ces recherches.

D'autres types d'interventions visent à activer la métacognition lors de l'activité d'apprentissage. C'est par exemple le cas avec les journaux de suivi (Ferreira et al., 2015; Schmitz & Perels, 2011). Citons par exemple la recherche de Branigan & Donaldson (2020), dans leur étude les chercheurs utilisent un cahier pour encourager les élèves à réfléchir à leur propre pensée. Ainsi, ils ont pu constater l'intérêt de cet outil mais ils ont aussi montré que le rôle de l'interaction enseignant-élève est essentiel pour soutenir la métacognition.

D'autres recherches reposent sur les questions des enseignants amenant des réponses orales (Cardelle-Elawar, 1995; Colognesi, 2015) ou écrites des élèves (Briesmaster et al., 2017; Colognesi, 2015; Ferreira et al., 2015; Gagniere, 2010; Huff & Nietfeld, 2009; Schmitz & Perels, 2011). Les apprenants sont amenés à s'interroger, lors des activités, sur des questions posées, afin d'activer les compétences métacognitives. Dans cette catégorie d'interventions, il y en a qui visent à activer la métacognition comme variable médiatrice pour toucher d'autres variables comme la motivation ou la performance dans la réalisation d'une tâche (Briesmaster et al., 2017; Colognesi et al., 2019). Ces types d'interventions métacognitives sont soit spécifiques à un domaine, soit plus générales. Par exemple, on trouve des prompts métacognitifs tel que : « Comment allez-vous décider ce que vous allez faire ensuite ? » (Gagniere, 2010), qui peuvent s'appliquer à de nombreux domaines et situations. Mais on trouve aussi des interventions plus spécifiques à un domaine comme l'utilisation d'heuristiques dans la résolution de problèmes (Verschaffel et al., 1999; Vlassis et al., 2006). Les interventions qui visent à activer spécifiquement la métacognition prennent la forme d'incitation à l'aide de prompt ou d'heuristiques (Hanin et Van Nieuwenhoven, 2016).

Les recherches sur la métacognition en milieu scolaire dans le cours de mathématiques visant à comprendre le développement des compétences métacognitives sont également peu nombreuses. Özsoy et Ataman (2009) ont réalisé une recherche quasi-expérimentale en Turquie dont les objectifs étaient de voir si l'enseignement des

stratégies métacognitives avait un impact sur la réussite en résolution de problème et sur les connaissances et compétences métacognitives. Les élèves de cette recherche étaient des enfants de cinquième primaire. Le dispositif comprenait une phase d'information sur la métacognition pour les élèves et une phase où ils étaient amenés à résoudre des problèmes avec un soutien à la métacognition. Les élèves étaient amenés à répondre aux sollicitations métacognitives soit à l'oral soit à l'écrit. Les résultats montrent que, lors d'activités de résolution de problèmes, poser des questions sur leurs processus de pensée aux élèves active des comportements métacognitifs. De plus, l'enseignement des stratégies métacognitives améliore les résultats en résolution de problèmes.

En Belgique francophone, deux recherches sur l'activation des compétences métacognitives sont à mentionner dans le cadre d'un cours de mathématiques. La première recherche, quantitative, de Hanin et Van Nieuwenhoven (2016) utilise un dispositif qui promeut des stratégies cognitives et métacognitives dans des activités de résolution de problèmes. Les élèves passent par une phase d'enseignement de la méthode de résolution de problème et s'exercent ensuite à utiliser cette méthode durant cinq semaines à raison de deux heures par semaine. Les élèves sont invités à répondre à des questions métacognitives à différents moments de la tâche, à l'oral ou à l'écrit. Les résultats montrent que le dispositif permet un développement des compétences métacognitives.

Une deuxième recherche s'inscrit dans la continuité de la précédente. Il s'agit d'une recherche qualitative de Hanin et Van Nieuwenhoven (2018) dans une classe de cinquième primaire. L'objectif de la recherche était d'évaluer les effets d'un dispositif sur les dimensions cognitives, métacognitives, motivationnelles et émotionnelles d'un résolveur novice et d'un résolveur expert. Cette recherche est complémentaire à la précédente dans le sens où elle doit permettre d'identifier comment s'opèrent les changements identifiés dans l'étude précédente durant l'implémentation du dispositif. Les auteurs arrivent à la conclusion que le dispositif permet une déconstruction des stratégies et croyances inadaptées pour la résolution de problèmes, mais aussi que cela a encouragé les élèves à utiliser des stratégies cognitives et métacognitives. La recherche a également permis de comprendre que l'acquisition des stratégies

métacognitives ne s'acquiert pas au même rythme chez un élève expert et chez un élève novice (Hanin, 2018).

Les recherches menées sur la métacognition suggèrent plusieurs modalités d'intervention, telles que l'utilisation de l'oral pour activer les stratégies métacognitives, l'utilisation de médiations écrites où les élèves rédigent leur réponse aux questions métacognitives, ou encore l'utilisation des deux modalités simultanément. Ces approches ont été utilisées dans diverses recherches, dont celles menées par Colognesi et al. (2019) et Gagniere (2010), ainsi que dans les travaux de Hanin & Van Nieuwenhoven (2018).

Certaines recherches permettent d'identifier des différences entre les modalités d'expression des élèves. Selon Bourdin et Fayol (1994), les tâches d'écriture requièrent une plus grande consommation de ressources cognitives que l'expression orale, réduisant ainsi les ressources disponibles pour la gestion et le contrôle de la tâche. Toutefois, cette différence de charge cognitive entre les tâches orales et les tâches d'écriture pourrait se réduire lorsque les tâches deviennent automatisées. Le choix de l'oral comme modalité d'intervention métacognitive est justifié par certains auteurs (e.g. Colognesi, 2015) car certains jeunes élèves peuvent éprouver des difficultés à exprimer leur cheminement par écrit.

Enfin, pour que les capacités métacognitives des élèves progressent, Doly (2006) souligne l'importance de procéder à un entraînement régulier dans des tâches relativement similaires. Ces entraînements doivent être répétés jusqu'à devenir des habitudes cognitives. Cependant, d'autres auteurs constatent que l'aspect routinier peut amener des effets de lassitude (Berger et al., 2013), conduisant les élèves à se désengager de la tâche.

Synthèse

Il ressort de cette partie théorique que de nombreuses recherches sur la métacognition ont permis de développer le concept selon différentes dimensions (Doly, 2006), menant à deux grands courants de recherche (Gagniere, 2010) dans le domaine de l'éducation. C'est ainsi qu'un nombre important de chercheurs se sont penchés sur la

manière d'activer les compétences métacognitives des apprenants (Bannert, 2006; Berthold et al., 2007; Colognesi et Van Nieuwenhoven, 2016; Gagniere, 2010; Lin et al., 1999). Néanmoins, il ressort que peu de recherches se sont intéressées aux élèves du début du secondaire. Or, il semble que ce soit à cet âge que les élèves soient en mesure d'utiliser ces compétences (van der Stel et Veenman, 2014) et qu'ils commencent à pouvoir les transférer d'un domaine à un autre (Allix et al., 2023). Néanmoins, si ces compétences sont bien présentes, les élèves de cet âge ont besoin d'être sollicités pour les utiliser (Veenman et al., 2004). Or les enseignants entretiennent la croyance que certains élèves ne sont pas en mesure de répondre à ces sollicitations (Braund, 2019). Pourtant ils en sont capables, mais il apparaît que les réponses des élèves sont généralement pauvres (Demorsy et al., 2023). En ce sens, très peu de recherches permettent de comprendre comment faire évoluer les compétences métacognitives en mathématiques au début du secondaire. Différentes modalités (oral, écrit, les deux ensemble) d'intervention ont été relevées dans les recherches, mais aucune d'entre elles ne tente de comprendre comment les compétences évoluent selon la modalité.

Chapitre 3: Méthodologie de la recherche

Pour rappel, la présente recherche fait écho à des enjeux centraux du Pacte pour un Enseignement d'excellence (PEE). Ce dernier étant lui-même une réponse aux changements sociétaux et aux conclusions formulées suite aux enquêtes PISA. La littérature met en évidence deux constats. Premièrement, la métacognition permet, entre autres, d'améliorer les performances scolaires des élèves et soutient le développement des compétences mathématiques (Hattie, 2009 ; Colognesi et al., 2019 ; Depaepe et al., 2010 ; Ohtani & Hisasaka, 2018). Deuxièmement, malgré ces avantages, les enseignants éprouvent des difficultés à mettre en œuvre des interventions métacognitives en classe, alors que les élèves sont à priori capables de répondre à ces sollicitations (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016 ; Depaepe et al., 2010).

Cette étude s'inscrit dans une recherche plus large : une thèse de doctorat dont les différentes phases sont les suivantes. La première partie de la recherche a consisté à décrire les compétences métacognitives des élèves du début du secondaire. Les premières conclusions ont permis de constater que ces élèves possèdent l'ensemble des compétences métacognitives, mais qu'ils n'expriment pas ces compétences de manière élaborée (Demorsy et al. 2023). Dans la deuxième phase qui est en cours et dans laquelle s'insère ce mémoire, il s'agit à la fois de voir si des sollicitations métacognitives régulières, dans la durée, amènent les élèves à changer la manière dont ils répondent à celles-ci et de comparer l'influence de différentes modalités de sollicitation. Ainsi, notre recherche se concentre sur un entraînement avec des questions métacognitives posées aux élèves avant, pendant et après une tâche/ un exercice⁵ tout en comparant la modalité à l'oral, à l'écrit et mixte. Dans la troisième phase, les effets d'une instruction sur la métacognition seront mis en évidence. Les différentes études de la recherche se penchent sur la métacognition dans plusieurs disciplines : français, sciences humaines, mathématiques et sciences.

⁵Nous établissons une distinction entre les termes "tâche" et "exercice", où "tâche" désigne une activité complexe et "exercice" se réfère à une activité plus routinière. En contexte scolaire, les enseignants ont la liberté de proposer soit des tâches, soit des exercices, et cet aspect de l'expérimentation n'a pas été contrôlé.

Plus spécifiquement en lien avec notre recherche, il appert que peu de travaux, particulièrement en FWB, se penchent sur l'activation régulière des compétences métacognitives chez les élèves en début de secondaire. De plus, il n'y a pas, à notre connaissance, de recherche qui interroge les modalités de réponses des élèves. Ainsi, l'état actuel des recherches ne permet pas de comprendre les éventuelles différences entre l'entraînement à la formulation de réponses orales, écrites ou les deux ensemble. Partant, nous avons formulé deux questions de recherche :

QR 1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?

QR 2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Pour y répondre, nous avons choisi une approche longitudinale de type qualitative, car notre ambition est de comprendre la complexité des changements qui s'opèrent chez les élèves tout au long de l'expérimentation (Creswell, 2012). Plus spécifiquement, nous avons adopté une approche par étude de cas multiples. Le choix a été fait de considérer qu'un cas soit défini comme le regroupement de trois élèves de niveaux différents (bas, moyen, haut) provenant de la même classe pour laquelle une modalité de sollicitation métacognitive (oral, écrit, les deux ensemble) a été attribuée. La justification de faire d'un cas le regroupement de trois élèves et d'une modalité de sollicitation repose sur le fait que nous souhaitons étudier l'évolution des réactions des élèves à travers la relation qui peut s'établir entre d'une part les sollicitations métacognitives des enseignants et d'autre part les réponses des élèves. Cette stratégie de recherche est particulièrement adaptée à une démarche explicative où il s'agit de comprendre des processus de développement en étant attentif au contexte dans lequel se déroulent les changements (Yin, 2003). Afin de tirer des conclusions convaincantes et suffisamment précises, nous procéderons à la triangulation des données (Yin, 2003) en trois sources d'informations (les réponses des élèves aux questions métacognitives régulières des enseignants, les traces écrites de résolution sur les feuilles des tâches

complexes, les entretiens individuels à l'oral avec le chercheur), décrites dans le point 3.2.

3.1 Participants

L'expérimentation s'est déroulée dans trois classes de première secondaire dans le cadre d'un cours de mathématiques, pendant une durée de six semaines. Ces classes font partie d'une école secondaire en milieu rural comptant environ 400 élèves. Cet établissement dispense de l'enseignement général, qualifiant et professionnel, l'indice socioéconomique est de 10⁶. Selon l'avis des enseignants, les groupes sont plutôt hétérogènes, avec des élèves qui viennent de l'enseignement différencié, des élèves avec des troubles de l'apprentissage ou à haut potentiel.

Tableau 1: Répartition des groupes

Classe-Enseignant	1A-Enseignant 1	1B-Enseignant 2	1C-Enseignant 3
Modalité de sollicitation de la métacognition	Oral	Écrit	Oral et écrit (Mixte)
Nombre d'élèves	14 (6 Filles-8 Garçons)	12 (6 Filles-6 Garçons)	12 (7 Filles-6 Garçons)
Nombre d'élèves étudiés	3 (2garçons-1 fille)	3 (3filles)	3 (2garçons-1 fille)

3.1.1 Neuf élèves suivis au fil de l'expérimentation

Pour répondre à nos questions de recherche et dans l'approche choisie, l'étude de cas, trois élèves ont été sélectionnés dans chaque modalité selon la logique suivante. Dans un premier temps, chaque classe suivie par l'enseignant titulaire du cours de mathématiques s'est vue attribuer une modalité de sollicitation métacognitive distincte. Chacune de ces modalités est encadrée par un enseignant différent. Ensuite, le calcul des moyennes en mathématiques de tous les élèves, pour chaque modalité, a été réalisé en utilisant les notes du bulletin attribuées par les enseignants titulaires, couvrant la période allant de la rentrée scolaire jusqu'aux congés d'hiver. À partir de ces moyennes, les quartiles correspondants à chaque modalité ont été calculés. Les

⁶ Il s'agit d'un indicateur qui reflète le niveau socioéconomique de l'établissement, sur base de sept variables caractérisant les ménages des élèves fréquentant cet établissement.

élèves ayant une moyenne en dessous du premier quartile de leur modalité ont été affectés à un score bas. Ceux ayant une moyenne dans l'intervalle interquartile ont été associés à un score moyen. Les élèves ayant une moyenne supérieure au troisième quartile ont été considérés comme ayant un score haut. Dans un deuxième temps, pour chaque modalité, un élève de chaque niveau a été sélectionné, ce qui correspond à trois élèves de niveaux différents par modalité. Le choix de ces élèves repose sur le fait que les données récoltées étaient suffisamment nombreuses et riches pour être exploitées. Les informations sur les différents élèves sont synthétisées dans les tableaux 2, 3 et 4. Les prénoms des neuf élèves ont été changés afin que la première lettre corresponde au niveau attribué à l'élève (B -> Bas ; M -> Moyen ; H -> Haut).

Au total, ce sont neuf élèves qui ont été suivis: trois par modalité de sollicitation de la métacognition, chacun a un niveau scolaire différent en mathématiques.

Tableau 2: Élèves de la classe 1A (oral)

Quartiles de la classe 1A (orale) en math	Q1 = 13,5	Q2 =14,5	Q3 =16,5
Élèves	Benjamin	Marius	Hélène
Âge - Genre	13 ans - Garçon	13 ans - Garçon	12 ans - Fille
Moyenne de la période en mathématiques (niveau)	11,5 (bas)	14 (moyen)	16,5 (haut)
Moyenne de la période en français	12	13,5	14
Langue parlée à la maison	Français	Français	Français
Retard ou avance scolaire	Non	Non	Non
Trouble de l'apprentissage	Non	Non	Non

Tableau 3: Élèves de la classe 1B (écrit)

Quartiles de la classe 1B (écrit) en math	Q1 = 9,5	Q2 =12,5	Q3 =17
Élèves	Bérénice	Manon	Héloïse
Âge - Genre	14 ans - Fille	13 ans - Fille	13 ans - Fille
Moyenne de la période en mathématiques (niveau)	7,5 (bas)	12,5 (moyen)	17,5 (haut)
Moyenne de la période en français	11	15	16
Langue parlée à la maison	Français	Français	Français
Retard ou avance scolaire	Bérénice a obtenu son CEB après une année dans l'enseignement différencié.	Non	Non
Trouble de l'apprentissage	Non	Non	Non

Tableau 4: Élèves de la classe 1C (mixte)

Quartiles de la classe 1C (mixte) en math	Q1 = 13,5	Q2 = 15,5	Q3 = 17,5
Élèves	Bastien	Malek	Hanna

Âge - Genre	13 ans - Garçon	12 ans - Garçon	13 ans - Fille
Moyenne de la période en mathématiques (niveau)	8 (bas)	14,5 (moyen)	18 (haut)
Moyenne de la période en français	10	14	16,5
Langue parlée à la maison	Français	Français	Français
Retard ou avance scolaire	Non	Non	Non
Trouble de l'apprentissage	Non	Non	Non

3.1.2 Considérations éthiques

Des considérations éthiques ont été prises en compte dans le cadre de cette recherche. Conformément aux recommandations énoncées par Bélanger & Richard (2017), il a été considéré comme essentiel d'obtenir le consentement de toutes les parties impliquées dans l'étude empirique. Dans cette optique, les objectifs de l'étude ont été présentés à la direction de l'établissement afin de solliciter son approbation préalable pour la réalisation de la recherche, une demande qui a été favorablement accueillie. Par la suite, un courrier explicatif a été rédigé, exposant les objectifs et les implications de l'étude, et soumis à la signature de la direction. Ce courrier, incluant une demande de consentement, a ensuite été envoyé aux parents des élèves concernés. La nécessité de recueillir le consentement des personnes mineures a également été rigoureusement observée, conformément aux recommandations de l'EPTC⁷ (Bélanger & Richard, 2017). Ainsi, une demande de consentement a été adressée aux élèves, leur permettant d'autoriser l'utilisation des traces orales et écrites produites dans le cadre de la recherche. Il convient de noter que les enregistrements et les traces écrites des élèves qui n'ont pas donné leur consentement ont été supprimés. Cependant, ces élèves ont tout de même participé à l'expérimentation dans son ensemble. Nous avons respecté l'anonymat des élèves et ceux-ci étaient libres de mettre fin à leur participation à tout moment de l'expérimentation.

3.2 Déroulement de l'expérimentation

La figure 3 donne à voir le déroulement temporel de l'expérimentation et les différents moments clés de l'étude. En rouge, sont indiqués les moments de passation des tâches complexes utilisées comme tâches de contrôle, en orange les entretiens oraux individuels avec quelques élèves de chaque modalité et le chercheur et en bleu les

⁷ L'Énoncé de politique des trois Conseils : groupe en éthique de la recherche.

périodes de sollicitations métacognitives. Après trois semaines d'expérimentation, une période de deux semaines de congés, en jaune, interrompt l'étude.

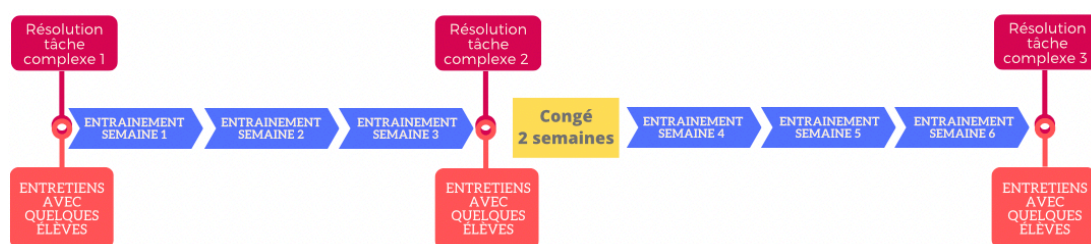


Figure 3: Design de l'expérimentation

Pendant six semaines, du 30 janvier 2023 au 24 mars 2023, à chaque séance de leur cours de mathématiques, les élèves ont été soumis à des sollicitations métacognitives, sous forme de questions posées avant, pendant et après les tâches qui leur étaient proposées (voir point 3.2.1.).

À trois moments de l'expérience, les élèves ont été invités à résoudre par écrit une tâche complexe (voir point 3.2.2.). La première leur a été présentée au début de l'expérimentation, suivie d'une deuxième trois semaines plus tard, et d'une troisième six semaines après le début du dispositif. Après chaque tâche complexe, un entretien a été réalisé avec quelques élèves pour qu'ils puissent commenter leur travail oralement (voir point 3.2.3.).

3.2.1 Sollicitations métacognitives proposées tout au long de l'expérimentation

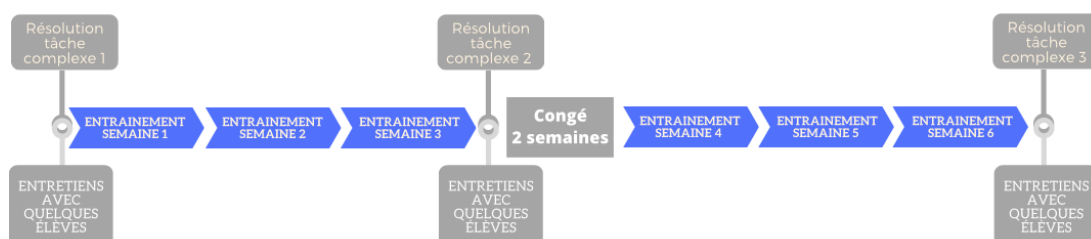


Figure 4: Design de l'expérimentation (entraînement)

Tout au long de l'expérimentation, à chaque séance, les élèves ont été soumis à des sollicitations métacognitives sous la forme de questions en lien avec les compétences métacognitives (Tableau 5). À chaque séance, l'enseignant a choisi une tâche/un exercice pour laquelle/lequel il a posé, aux élèves, les questions en lien avec les compétences métacognitives.

Tableau 5: Questions métacognitives posées durant l'entraînement

Avant	
Orientation	Qu'as-tu compris de l'énoncé ? Quel est ton but ?
Planification	Comment vas-tu résoudre cet exercice ?
Pendant	
<i>Monitoring</i>	Qu'es-tu en train de faire ? Pourquoi ? Est-ce que tout se passe comme prévu ? Pourquoi ?
<i>Monitoring</i> de vérification	Que comptes-tu faire ensuite ?
Après	
Évaluation de production	Es-tu content de ton travail ? Pourquoi ?
Évaluation de processus	Si tu devais refaire le même genre d'exercice, agirais-tu de la même manière ou changerais-tu quelque chose ?

Plus concrètement, avant la réalisation des tâches/exercices, l'enseignant a demandé au groupe classe de lire la consigne et il a ensuite posé deux questions : la première question était liée à la compétence d'orientation, la deuxième à la compétence de planification. Pendant la réalisation des tâches/exercices, l'enseignant a posé des questions liées au *monitoring* et au *monitoring* de vérification. Une fois la tâche terminée, il a demandé aux élèves de répondre aux questions d'évaluation de production et de processus.

Pour répondre à ces questions, plusieurs modalités ont été utilisées, une modalité par classe.

Dans la classe 1A avec la **modalité à l'oral**, les questions et les réponses ont pris la forme de discussions avec le groupe. L'enseignant avait la liberté de proposer des relances aux élèves afin de les encourager à développer leurs réponses. Les élèves avaient également la possibilité de réagir ou de compléter les propositions de leurs camarades. Pendant que les élèves réalisaient la tâche, l'enseignant passait également près de certains d'entre eux pour leur poser des questions métacognitives.

Dans la classe 1B, c'est la **modalité à l'écrit** qui a été choisie. Ainsi, les élèves ont reçu un cahier pour répondre aux questions que l'enseignant notait au tableau. Chaque question portant un numéro, les élèves écrivaient la date de la leçon, le numéro des questions et formulaient leurs réponses. L'enseignant posait les questions sans possibilité d'interaction entre les élèves, ceux-ci ne partageaient pas leurs idées.

Dans la classe 1C, la **modalité mixte (oral et écrit)** a été choisie. Ainsi, l'enseignant a soit alterné la manière de solliciter la métacognition à chaque séance (ce qui a été fait le plus souvent) ou soit utilisé simultanément les modalités "réponse orale" et "réponse écrite" (ce qui a été fait occasionnellement, en semaine 4). Dans cette situation d'utilisation conjointe de l'oral et de l'écrit, l'élève a été amené à répondre par écrit à la première question dans une couleur, il y a ensuite eu un partage des réponses oralement en groupe classe (chacun peut donner son idée), lors de ce partage, les élèves ont été encouragés à noter les idées des autres qui les intéressaient dans leur cahier, mais dans une autre couleur.

Dans le cadre de la recherche plus large, une classe contrôle, 1D, a suivi les mêmes enseignements sans métacognition. Dans le cadre de ce mémoire, cette classe n'est pas utilisée.

3.2.2 *Résolution de trois tâches complexes*

À trois moments pendant les six semaines, une tâche complexe a été soumise aux élèves : au début, au milieu et à la fin de l'expérimentation. La figure 5 donne à voir les moments de passation des tâches complexes.

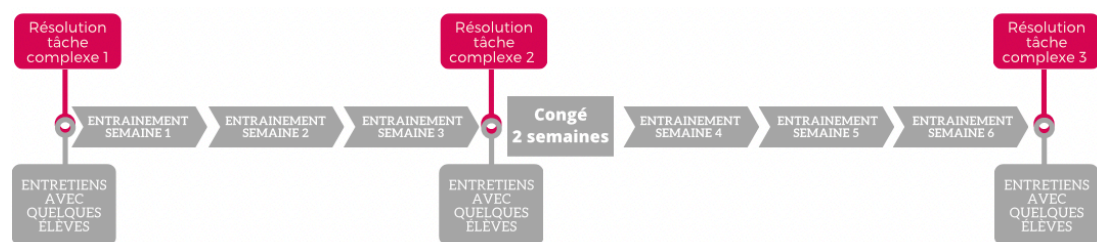
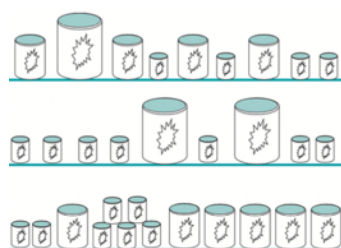


Figure 5: Design de l'expérimentation (résolution des tâches complexes).

Les élèves ont eu 30 minutes pour réaliser individuellement la tâche sur leur feuille de papier. L'enseignant ne répondait pas à leurs questions et il les encourageait à noter leurs idées et leur raisonnement. Les élèves n'avaient pas le droit à la calculatrice, mais pouvaient demander à l'enseignant d'effectuer des calculs pour lesquels ils étaient en difficulté. Les élèves étaient informés qu'il ne s'agissait pas d'une évaluation pour le bulletin.

Le choix de proposer des tâches complexes se justifie par le fait qu'elles permettent d'activer les compétences métacognitives (Efklides, 2008). Les trois tâches sélectionnées sont issues de la collection Math & Sens⁸. Elles ont été choisies car elles répondent aux critères de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2015). Nous retenons comme critères, pour qu'une tâche soit réellement complexe : qu'elle ait du sens, qu'elle soit liée à un obstacle, qu'elle fasse naître un questionnement, qu'elle crée une rupture, que différentes réponses et/ou stratégies soient possibles, qu'elle débouche sur un savoir d'ordre général et qu'elle fasse l'objet de moments de métacognition. Ces tâches complexes peuvent être réalisées par des élèves du début de secondaire et ne nécessitent pas de connaissances récentes pour les résoudre.

Tâche 1. La première tâche complexe proposée aux élèves s'intitule "Les pots de confiture", sa justification se trouve dans le tableau 6.



Marie a fait des confitures et a placé les pots (petit, moyens et grands) sur trois rayons. Il y a exactement 5 kg de confiture sur chaque rayon. Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit pot?

Les pots de confiture	
Avoir du sens	Le sens peut venir de la présentation étrange du problème. Les élèves vont découvrir qu'il y a moyen de trouver la masse des objets par déduction, sans connaître la masse d'aucune des boîtes.
Être lié à un obstacle	L'obstacle peut être que certains élèves ont une perspective calculatoire de l'égalité. Ils ne peuvent pas se contenter de comparer une ligne de boîte à la masse de 5kg, ils doivent mettre en relation les lignes de boîtes deux par deux.
Faire naître un questionnement	Comment trouver une première boîte ? Y a-t-il un lien entre les boîtes ? Si j'ai la masse d'une première boîte, comment trouver les autres ?
Créer une rupture	La rupture devrait apparaître lorsque les élèves comparent une ligne de boîte avec la masse de 5kg et qu'ils se rendent compte qu'il va falloir comparer les lignes entre elles.
Situation complexe (différentes réponses, différentes stratégies)	Il n'y a ici qu'une réponse possible, mais plusieurs stratégies pour obtenir la solution existent (par essais-erreurs, relation entre les boîtes ...).

⁸ Fagnant, A. et Demonty, I. (2017). Résoudre des problèmes : pas de problème !. Van In.

Déboucher sur un savoir d'ordre général	Développer des démarches de type essais-erreurs et les organiser. Développer une pensée relationnelle de l'arithmétique.
Faire l'objet de moments de métacognition	La métacognition a lieu à divers moments de la tâche : avant, pendant et après. Ces moments métacognitifs sont proposés par l'enseignant.
Confrontation	Les élèves sont confrontés aux réponses des autres lors de la correction de l'exercice.

Tableau 6: Justification de la tâche complexe 1 selon les critères de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2015).

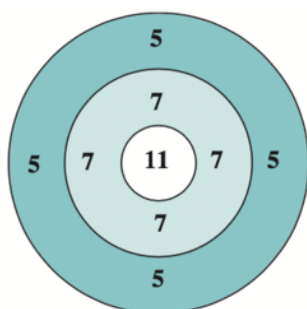
Tâche 2. La seconde tâche complexe proposée aux élèves s'intitule "Quels sacs ?", sa justification est proposée dans le tableau 7.

Est-il possible de répartir 44 billes dans 10 sacs : 3 sacs rouges et 7 sacs jaunes. Si oui, comment ? Attention : tous les sacs d'une même couleur doivent contenir le même nombre de billes.

Tableau 7: Justification de la tâche complexe 2 selon les critères de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2015).

Quels sacs ?	
Avoir du sens	Le sens peut apparaître après que les élèves soient entrés dans la tâche, lorsqu'ils se rendent compte que la résolution est plus compliquée que ce qu'ils avaient imaginé et qu'il est nécessaire d'envisager une autre stratégie que placer les billes une par une dans les sacs.
Être lié à un obstacle	Développer l'organisation des démarches de type essais-erreurs.
Faire naître un questionnement	Comment vais-je distribuer les billes ? Comment représenter la situation ? Les sacs jaunes et rouges peuvent-ils avoir le même nombre de billes ?
Créer une rupture	Les élèves vont répartir les billes dans chaque sac jusqu'à en avoir distribué 40. Ils vont alors se retrouver avec 4 billes qu'ils ne savent plus répartir.
Situation complexe (différentes réponses, différentes stratégies)	Il y a ici deux réponses possibles et plusieurs stratégies (essais-erreurs, comptage, dessin...) pour obtenir la solution.
Déboucher sur un savoir d'ordre général	Développer des démarches de type essais-erreurs et les organiser.
Faire l'objet de moments de métacognition	La métacognition a lieu à divers moments de la tâche : avant, pendant et après. Ces moments métacognitifs sont proposés par l'enseignant.
Confrontation	Les élèves sont confrontés aux réponses des autres lors de la correction de l'exercice.

Tâche 3. La troisième tâche complexe proposée aux élèves s'intitule "La cible", sa justification apparait dans le tableau 4.



Guillaume a atteint la cible avec toutes ses fléchettes. Il compte ses points : 40.

Jeanne joue et dit : « j'ai aussi 40 points et le même nombre de fléchettes dans la cible, mais moi, j'en ai mis une au centre ». Combien ont-ils chacun mis de fléchettes dans la cible et dans quelle zone ?

Tableau 8: Justification de la tâche complexe 3 selon les critères de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2015).

La cible	
Avoir du sens	Les élèves doivent réfléchir sur une situation de jeu qu'ils ont peut-être déjà rencontré. Ils ne sont pas face à un exercice traditionnel et doivent faire preuve de créativité.
Être lié à un obstacle	Les élèves sont face à un problème qu'ils n'ont pas appris à résoudre, il n'y a pas de formule ou de méthode à appliquer.
Faire naître un questionnement	Combien ont-ils de fléchettes chacun ? Comment arriver à 40 avec les valeurs de la cible ? Est-ce que Guillaume a pu mettre une flèche dans le centre ? Par qui commencer ? Par quelle valeur de la cible commencer ?
Créer une rupture	Les élèves vont répartir les fléchettes afin que Guillaume et Jeanne obtiennent 40 en omettant qu'ils doivent avoir le même nombre de fléchettes.
Situation complexe (différentes réponses, différentes stratégies)	Il y a une seule réponse possible et plusieurs stratégies (essais-erreurs, utiliser le schéma...) pour obtenir la solution.
Déboucher sur un savoir d'ordre général	Développer des démarches de type essais-erreurs et les organiser. Apprendre qu'il faut parfois essayer différentes possibilités afin de trouver une stratégie qui respecte les contraintes de l'énoncé. Désapprendre que tous les problèmes doivent se résoudre rapidement.
Faire l'objet de moments de métacognition	La métacognition a lieu à divers moments de la tâche : avant, pendant et après. Ces moments métacognitifs sont proposés par l'enseignant.
Confrontation	Les élèves sont confrontés aux réponses des autres lorsqu'ils comparent leurs solutions.

3.2.3 Entretiens oraux individuels réalisés avec quelques élèves

Après chaque moment de résolution d'une tâche complexe, le chercheur a réalisé des entretiens individuels avec quelques élèves de chaque modalité. La figure 6 donne à voir les trois moments au cours desquels l'avis des élèves a été récolté.

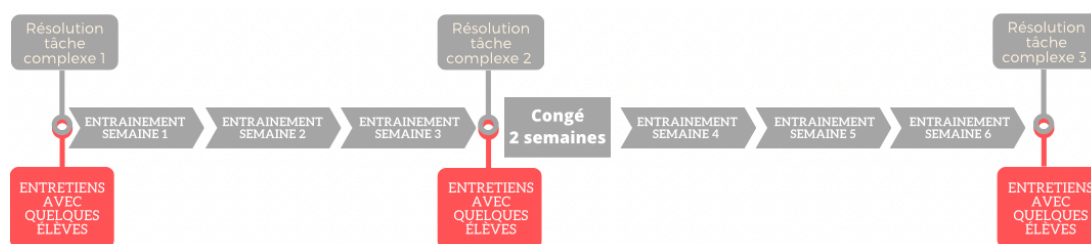


Figure 6 : Design de l'expérimentation (entretiens avec quelques élèves).

Après la résolution des tâches complexes, entre trois et cinq élèves par modalité ont été sélectionnés afin de leur poser des questions sur la manière dont ils ont résolu la tâche complexe. La sélection des élèves reposait sur plusieurs critères. Tout d'abord, lors de l'entretien 1, les élèves ont été choisis en fonction de leur production écrite. Des productions contrastées ont été identifiées dans chaque modalité en se basant sur le nombre et la diversité des traces écrites. Ensuite, lors de l'entretien 2, nous avons continué à interroger les élèves de l'entretien 1, tout en interrogeant également de nouveaux élèves afin de diversifier les profils en fonction de leur niveau en mathématiques évalué à partir des moyennes du bulletin scolaire. Enfin, lors de l'entretien 3, nous avons interrogé les mêmes élèves que lors de l'entretien 2.

Ces entretiens avaient pour objectif de recueillir l'avis des élèves sur leur réalisation de la tâche complexe et ainsi de pouvoir identifier si des stratégies, des connaissances ou des sentiments métacognitifs sont présents dans leurs réponses aux questions posées lors des entretiens.

3.3 Récolte des données

Pour rappel, plusieurs types de données ont été récoltées pour amener à comprendre comment les élèves sélectionnés ont évolué au fil de l'expérimentation : les réponses des élèves aux sollicitations métacognitives régulières, leurs résolutions écrites des trois tâches complexes et leurs avis récoltés sous forme d'entretiens oraux. Leur triangulation permet de faire converger des lignes d'enquêtes menées sur les différentes sources d'informations (Yin, 2003).

Réponses aux questions métacognitives régulières. Une première source de donnée a été obtenue tout au long des six semaines d'entraînement. Pour la modalité à l'oral, les activités en classes ont été enregistrées sur un smartphone lorsque les élèves devaient

répondre à des sollicitations métacognitives à l'oral. Durant cette période, 112 réponses orales ont été récoltées auprès des élèves sélectionnés pour l'analyse dans cette modalité. Pour la modalité à l'écrit, les élèves devaient noter leurs réponses aux sollicitations métacognitives dans un cahier. Cela correspond à 220 réponses écrites récoltées pour cette modalité. Pour la modalité mixte, les activités en classes ont été enregistrées sur un smartphone lorsque les élèves devaient répondre à des sollicitations métacognitives à l'oral et les élèves devaient noter leurs réponses aux sollicitations métacognitives écrites dans un cahier. Pour la modalité mixte, 105 réponses orales et 122 réponses écrites ont été récoltées auprès des élèves sélectionnés.

Résolution des tâches complexes. La seconde source de données est constituée par les 27 traces de réalisation écrites des tâches complexes (trois par élève) réalisées par les neuf apprenants sélectionnés. Une première récolte de données a eu lieu, auprès de chaque élève, en début d'expérimentation (début de la semaine 1 - S1) puis à mi-parcours (fin de la semaine 3 - S3) et en fin d'expérimentation (fin de la semaine 6 - S6). Chaque production a été réalisée individuellement pendant une durée de maximum 30 minutes. Les élèves étaient encouragés à écrire leurs réflexions sur la feuille. Suite à la récolte de ces productions, 117 unités de sens ont été identifiées et ensuite analysées.

Avis oral des élèves. Une troisième source de données est fournie par les entretiens oraux réalisés auprès des élèves sélectionnés. La durée moyenne des rencontres était de 4 minutes. Ces entretiens se déroulaient dans le couloir, lors d'un tête-à-tête entre le chercheur et l'apprenant et pendant une période de cours. Cette manière de procéder visait à permettre à l'élève de s'exprimer sans être influencé par les réponses des autres et ne pas se sentir jugé par ses camarades de classe. Les questions posées lors des entretiens (tableau 9) sont semblables à celles formulées durant l'entraînement. Des questions de relance ont également été employées afin d'aider les élèves à développer leur pensée. Ces entretiens enregistrés se sont déroulés après la résolution de la tâche complexe, mais avant sa correction. Cette prise de données n'a pas toujours eu lieu immédiatement après la résolution de la tâche. De ces entretiens, nous avons conservé pour l'analyse les réponses des neuf élèves sélectionnés, trois par modalité. Nous avons retranscrit 96 minutes d'entretiens, les réponses des élèves issues de ces entretiens représentent un total de 6793 mots.

Tableau 9: Guide d'entretien

Questions pour les entretiens
Peux-tu m'expliquer ce que tu as compris du problème et quel objectif tu t'es fixé avant de réaliser la tâche ?
Quel était ton plan avant de commencer la tâche ? À quoi devais-tu faire attention ?
As-tu rencontré des difficultés durant la tâche ? Ton plan s'est-il passé comme prévu ? As-tu changé ton plan ? Comment as-tu fait pour vérifier que ce que tu faisais était juste ?
À la fin de la tâche, étais-tu satisfait de ton travail ? Pourquoi ?
Si tu devais refaire ce type de tâche, comment t'y prendrais-tu ? Quel conseil donnerais-tu à quelqu'un qui devrait réaliser le même type de tâche ?

3.4 Analyse des données

Dans le cadre de cette étude de cas multiples, nous avons choisi de suivre les recommandations de Yin (2009). Notre démarche est basée sur une logique de répllication plutôt que d'échantillonnage statistique. Les cas choisis ont été sélectionnés de manière à obtenir des résultats similaires ou contrastés, mais en ayant des raisons préalablement identifiées.

Pour analyser les différentes sources de données, en vue de répondre aux deux questions de recherche, les portraits des neuf élèves sélectionnés ont été rédigés. Les synthèses produites pour chaque portrait ont ensuite permis de réaliser des comparaisons contrastées, d'une part entre les différents niveaux d'élèves et d'autre part entre les différentes modalités. Afin de réaliser ces portraits et ces comparaisons, nous avons procédé à plusieurs niveaux d'analyse qui vont maintenant être détaillés.

3.4.1 Les portraits des élèves sélectionnés

La description de la méthode employée pour réaliser les portraits de chaque élève repose sur trois volets successifs et complémentaires repris dans la figure 7.



Figure 7 : Schéma d'analyse des portraits

Le premier volet de l'analyse a consisté à faire un état des lieux de l'évolution des réponses aux sollicitations métacognitives formulées par les apprenants lors de

l'**entraînement**. Pour chaque élève, une analyse de contenu a été réalisée en suivant la même démarche que Demorsy et al. (2023). Ainsi, les réponses aux sollicitations métacognitives ont été codées et catégorisées, cette catégorisation est subdivisée en trois grands thèmes : les stratégies métacognitives, les connaissances métacognitives et les sentiments. Chacun des thèmes est subdivisé en plusieurs catégories qui ont servi à coder les réponses des élèves. Le thème "stratégies" reprend l'explicitation des actions, leur justification, l'autoévaluation et la mise en projet de l'élève. Le thème " connaissances " est scindé en deux catégories : les connaissances antérieures liées au contexte et la discipline et les connaissances antérieures issues de l'expérience des élèves. Enfin, le thème " sentiment " est subdivisé en deux catégories : le sentiment de sécurité et le sentiment d'insécurité face à la tâche/l'exercice réalisé.

Pour chaque élève, un premier tableau d'analyse (Tableau 10) présente le pourcentage hebdomadaire de réponses fournies pour chaque thème étudié. Ce pourcentage est calculé en divisant le nombre de réponses formulées par l'élève pour un thème spécifique au cours de la semaine par le nombre total de réponses formulées par l'élève au cours de cette même semaine.

Tableau 10 : Tableau d'analyse des thèmes de réponses évoquées lors de l'entraînement.

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	...	%		...	%		...	%		...	%		...	%		...	%	
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	...	%		...	%		...	%		...	%		...	%		...	%	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	...	%		...	%		...	%		...	%		...	%		...	%	
	Sécurité																		

Un second tableau (tableau 11) d'analyse reprenant chacun des thèmes et chacune des catégories a été complété. En plus de ces codes, le tableau permet d'identifier l'évolution des réponses des élèves au fil des semaines.

Tableau 11: Tableau d'analyse des catégories de réponses évoquées lors de l'entraînement.

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action																		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures																		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité																		
	Sécurité																		

Les semaines ont été subdivisées en trois colonnes selon les trois temps métacognitifs : avant, pendant et après la tâche. Chacune des cases du tableau correspond à une semaine d'entraînement, lors d'un temps métacognitif spécifique pour un code donné. Chaque réponse métacognitive des élèves a été ensuite catégorisée dans une case de ce tableau. Pour chaque catégorie, nous avons également fait apparaître des nuances dans le tableau (Figure 8). Ainsi, pour la catégorie " expliciter son action ", les verbalisations hiérarchisées, c'est-à-dire des actions multiples reliées par des mots de liaison, ont été représentées par une croix soulignée afin de les distinguer des actions simples. Pour la catégorie " autoévaluation ", les autoévaluations positives sont en vert et les négatives en rouge. Pour cette même catégorie, lorsque l'élève justifie sa réponse, la croix est soulignée. Enfin, pour l'autoprojection, les croix vertes signifient que l'élève conserve sa stratégie, les rouges font référence à un changement de stratégie et les croix noires indiquent l'absence d'indication concernant le changement ou la conservation de stratégie. Pour cette catégorie, si la croix est soulignée, l'élève a développé une stratégie que nous avons considérée comme efficace pour la résolution de la tâche/l'exercice en question.

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / x → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie/ x → justifie son autoprojection

Figure 8: Légende pour les tableaux des modalités à l'écrit et à l'oral

Comme les élèves de la modalité mixte ont été interrogés à la fois à l'oral et à l'écrit au fil des semaines d'entraînement, les signes dans les tableaux ne sont plus des " X " mais des " E " ou des " O ". Ainsi, cela permet d'identifier les réponses orales (O) et

les réponses écrites (E) aux sollicitations métacognitives régulières. Une légende (Figure 9) accompagne les tableaux sur les stratégies pour chaque portrait d'élève.

Légende :

E → Réponse écrite / O → Réponse orale

Expliciter son action

E ou O → Action simple / E ou O → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

E ou O → élève insatisfait de son travail / E ou O → élève satisfait de son travail / E ou O → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

E ou O → changer ou modifier sa stratégie / E ou O → conserver sa stratégie / E ou O → justifie son autoprojection

Figure 9 : Légende pour les tableaux de la modalité mixte

Comme il s'agit d'une étude longitudinale, ces tableaux ont permis d'identifier si des évolutions dans les réponses des élèves apparaissaient. Pour chaque portrait, nous avons d'abord décrit l'évolution de l'élève dans les trois thématiques. Ensuite, une analyse plus fine de l'entraînement, passant en revue l'évolution des réponses pour chaque catégorie, a été proposée en étant attentif aux trois temps métacognitifs. Des verbatims emblématiques ont été identifiés pour chaque élève et utilisés pour illustrer les propos développés dans l'analyse. Ces verbatims ont été choisis en raison de leur représentativité des propos tenus. Il a été pris soin de ne pas tomber dans le piège de chercher des extraits qui ne seraient que des cas particuliers, servant uniquement à confirmer notre propos.

Le deuxième volet de l'analyse présent dans les portraits se base sur les traces de résolution des **tâches complexes**, étayées par les **entretiens** qui ont suivi. Afin de pouvoir analyser les productions selon les mêmes catégories que le volet précédent, nous avons dû construire une nouvelle grille de codage spécifique au contenu présent dans les tâches complexes.

Pour réaliser cette grille, une analyse verticale et horizontale a été effectuée. L'analyse verticale a consisté à lire chaque production pour ensuite les découper en unités de sens auxquelles un codage spécifique a été attribué. Ce codage a été réalisé en gardant à l'esprit les catégories d'analyse précitées. Ensuite, nous avons procédé à une analyse horizontale en comparant les productions, ce qui a permis de regrouper certains codes pour l'ensemble des entretiens et aboutir ainsi à une grille d'analyse commune pour l'ensemble du matériau. Enfin, les différents codes ont été regroupés selon les catégories métacognitives définies par Demorsy et al. (2023). Un tableau d'analyse

(tableau 12) semblable à celui réalisé pour l'entraînement a pu être élaboré pour chaque production d'élève. Cependant, les traces écrites ne permettent pas de savoir ce que l'élève a fait aux trois moments métacognitifs, avant, pendant et après la tâche. C'est pourquoi ces trois colonnes présentes dans les tableaux de synthèse des entraînements n'apparaissent pas dans les tableaux de synthèse des résolutions écrites des tâches complexes. De plus, plutôt que de synthétiser les résultats par semaine, le tableau présente les résultats par tâche complexe.

Tableau 12: Tableau d'analyse des catégories de réponses évoquées dans les résolutions des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action			
	Justifier			
	Autoévaluation			
	Autoprojection			
Connaissances	Connaissances			
Sentiments	Sentiment d'insécurité			
	Sentiment de sécurité			

L'analyse de la réalisation des tâches complexes a suivi le même schéma que celle des entraînements. Une analyse détaillée de l'évolution des traces écrites et des verbalisations, sur base des tableaux d'analyse, est proposée. Les deux sources de données (traces écrites et entretiens) ont été confrontées soit pour nuancer les observations, soit pour les confirmer.

Les entretiens ont été codés de la même manière que les verbalisations récoltées lors de l'entraînement. Chaque entretien se voit donc également synthétisé sous forme d'un tableau (tableau 13) semblable à celui de l'entraînement. Cependant, plutôt que de synthétiser les résultats par semaine, le tableau présente les résultats par entretien.

Tableau 13: Tableau d'analyse des catégories de réponses évoquées lors des entretiens.

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action									
	Justifier son action									
	Autoévaluation									
	Autoprojection									
Connaissances	Antérieures									
	Issues de tâches antérieures identifiées									
Sentiments	Insécurité									
	Sécurité									

Après avoir réalisé ce deuxième volet de l'analyse, une **synthèse** des résultats a permis de dresser le profil d'évolution de chaque élève et d'identifier les lignes de convergences qui ressortent des trois sources de données.

La réalisation de chacun des portraits doit nous permettre ensuite de répondre aux deux questions de recherche qui ont été posées.

3.4.2 Utilisation des portraits pour répondre aux deux questions de recherche

Les synthèses produites pour chaque élève doivent permettre de répondre aux deux questions de recherche. Pour répondre à la première question, et pour rester cohérent par rapport au point précédent, des tableaux d'analyse identiques à ceux utilisés pour les portraits ont été réalisés. Plutôt que de représenter l'évolution d'un élève, ces tableaux servent à illustrer l'évolution d'un profil d'élève (bas, moyen, haut). Ensuite pour chaque niveau, grâce à ces tableaux et aux synthèses des différents portraits, une analyse des réponses aux sollicitations métacognitives régulières, des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes et des entretiens oraux a été réalisée avant de rédiger une synthèse pour chaque niveau. Enfin les convergences et/ou les divergences entre les élèves des différents niveaux sont décrites. Pour la deuxième question de recherche, nous adoptons une démarche similaire. Cependant, plutôt que de comparer les profils d'élèves, l'analyse porte sur les modalités de sollicitation (écrit, oral, les deux ensemble).

Partie 2: Présentation des résultats

La partie empirique est composée de trois parties. Le premier point présente les portraits des neuf élèves sélectionnés pour cette recherche. Ces portraits servent d'appui pour amener des éléments de réponse à nos deux questions de recherche.

Chapitre 4: Portraits des élèves

Dans cette partie, le portrait des élèves est présenté par modalité, en commençant par la modalité à l'oral, puis la modalité à l'écrit et enfin la modalité mixte. Pour chaque modalité, nous commençons par présenter l'élève ayant obtenu un score bas en mathématiques, suivi de l'élève avec un score moyen pour terminer avec l'élève ayant un score haut. Afin de garantir l'anonymat, chaque élève est identifié par un prénom fictif, dont la première lettre correspond au niveau mathématique qui lui est attribué (Bas, Moyen, Haut).

4.1 Portraits des trois élèves de la modalité à l'oral : Benjamin, Marius et Hélène

Les réponses récoltées durant les semaines d'entraînement auprès des élèves de la modalité à l'oral sont moins nombreuses que pour les autres modalités. La plupart du temps, l'enseignant interroge les élèves qui lèvent le doigt pour répondre aux questions métacognitives. Parfois, l'enseignant interroge des élèves sans qu'ils aient levé le doigt. Cependant, il est important de noter que les élèves sont présents en classe lorsque l'enseignant formule les questions métacognitives. Nous ne pouvons affirmer qu'ils répondent intérieurement à ces questions, mais il serait tout aussi erroné d'affirmer le contraire. De plus, comme les questions sont posées oralement à l'ensemble de la classe, tous les élèves sont confrontés aux réponses de leurs condisciples. Les trois portraits qui suivent concernent des élèves de niveau différents (bas, moyen, haut) ayant participé à l'expérimentation dans la même classe avec le même enseignant.

4.1.1 Portrait de Benjamin

Pour rappel, Benjamin est âgé de 12 ans, c'est une élève dont la moyenne des scores en mathématiques est inférieure au premier quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Il est classé dans la catégorie " bas " en termes de niveau scolaire en mathématiques. Benjamin a suivi un parcours scolaire sans redoublement, il n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.1.1.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 14 présente la distribution et l'évolution des réponses de Benjamin aux sollicitations métacognitives portant sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 14: Évolution de la répartition des réponses de Benjamin lors de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	100,0%			0,0%			100,0%			100,0%			71,4%			33,3%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	0,0%			0,0%			0,0%			0,0%			14,3%			0,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	0,0%			0,0%			0,0%			0,0%			14,3%			66,7%		
	Sécurité																		

Pour chaque semaine d'entraînement, Benjamin a le plus souvent répondu aux questions métacognitives en se référant à des stratégies. Benjamin ne prend pas régulièrement la parole pour répondre aux questions métacognitives durant les quatre premières semaines. Ainsi, il est difficile d'évaluer l'évolution de la distribution de ses réponses au cours de cette période. Benjamin, bien qu'il soit interrogé par l'enseignant, ne parvient pas toujours à répondre aux questions. Par exemple en semaine 5 (S5), lorsque l'enseignant lui demande comment il va planifier son travail : « *Je ne sais pas comment expliquer* » (S5 – Avant).

Évolution des réponses orales liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 15 présente la répartition des réponses orales de Benjamin selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "stratégies".

Tableau 15: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action							xxx						x	x	x			
	Justifier son action															x			
	Auto-évaluation			x								x				x			x
	Aut-projection																		

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / x → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / x → justifie son autoprojection

Le tableau 15 permet de constater une participation plus importante de Benjamin durant S5, principalement après la résolution des tâches/exercices. La stratégie qui apparaît le plus fréquemment, lorsqu'il répond aux questions métacognitives oralement, est l'**explicitation de son action** (55% des stratégies évoquées), toujours exprimée sous forme d'actions simples. En S3, lorsqu'il évoque ses actions, c'est uniquement avant les tâches/exercices. Lorsque l'enseignant l'interroge, il est en mesure de reformuler l'objectif des tâches/exercices : « Il faut calculer la part de grenadine. » (S3 – Avant). Par contre, il est parfois en difficulté lorsqu'on lui demande de décrire son plan de résolution : « Je ne sais pas comment expliquer ». (S5 – Avant). Ses phrases sont généralement courtes et peu détaillées : « *Faire attention aux chiffres qui dépassent là* » (S5 – Pendant). En S5, il répond aux questions en explicitant ses actions à la fois avant, pendant et après les tâches/exercices.

Benjamin ne **justifie** qu'une fois son action pendant une tâche/un exercice en S5, il le fait à la demande de l'enseignant pour exprimer une conversion en pourcentage. Cette justification orale n'est pas spécifique à la tâche/l'exercice: « *Pour avoir plus facile.* » (S5 – Pendant).

Benjamin s'**autoévalue** à quatre reprises, en S1, S4, S5 et S6 après les tâches/exercices, lorsque l'enseignant lui pose des questions métacognitives. Excepté en S4, pour chaque autoévaluation, il répond aux questions en évoquant son insatisfaction par rapport au travail qu'il a réalisé. En S1 et S4, l'enseignant ne lui demande pas de justifier son autoévaluation et dans ce cas Benjamin se contente de répondre par oui ou par non à la question d'autoévaluation. En S5 l'enseignant lui demandant d'expliquer les raisons de son insatisfaction et Benjamin ne trouve pas les mots pour répondre de manière détaillée. Ainsi quand l'enseignant lui demande ce

qu'il lui manque pour être satisfait, Benjamin répond : « *Un peu de tout.* » (S5 – Après). En S6, Benjamin justifie son insatisfaction, mais pas en lien avec l'objectif de l'exercice, il évalue son investissement : « *Non [...] parce que j'ai rien fait en quelque sorte.* » (S6 – Après).

Benjamin est interrogé à une seule reprise sur l'évaluation de ses stratégies en S4 après la tâche/l'exercice (**autoprojection**), mais il n'est pas en mesure de répondre lorsqu'on lui demande s'il peut donner un conseil à quelqu'un qui devrait faire un exercice similaire : « Non, pas spécialement. » (S4 – Après).

Évolution des réponses orales liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 16) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 16 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures																		
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques													x					

Lorsque Benjamin répond oralement aux questions de l'enseignant, il fait référence aux **connaissances** antérieures à une seule reprise, pendant une tâche/un exercice en S5. Sa réponse est relative à son vécu et très peu détaillée, il se souvient d'une situation similaire sans préciser en quoi elle va lui être utile : « *Bein je fais comme vous avez dit tantôt* » (S5 – Pendant). Ensuite, les questions de relance montrent qu'il est en mesure de préciser la connaissance : « *Faire attention aux chiffres qui dépassent là* » (S5 – Pendant).

Évolution des réponses orales liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 17) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 17: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité																		
	Sécurité													x				x	

Benjamin évoque peu de **sentiments** dans ses réponses aux questions métacognitives, il ne le fait qu'à partir de S5. Ses sentiments sont toujours exprimés pendant les tâches/exercices. En S5, l'enseignant demande à Benjamin si tout se passe comme prévu : « *Je n'ai pas vraiment de difficulté.* » (S5 – Pendant). Mais Benjamin n'est pas en mesure d'expliquer ce ressenti, malgré les relances de l'enseignant. De même, en S6, face à un sentiment d'insécurité : « Je cale » (S6 – Pendant). Il n'explique pas les raisons de cette difficulté, il explique qu'il a réfléchi mais qu'il ne s'en sort pas.

4.1.1.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Nous allons maintenant analyser l'évolution des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes en nous appuyant sur les entretiens réalisés avec Benjamin. Seuls les entretiens 2 et 3 sont analysés, car Benjamin n'a pas participé à l'entretien 1.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 18 et 19) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 18 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 19 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 18: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thèmes	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	10	8	4
	Justifier	0	2	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 19 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action					XXXX		XX	XXX	
	Justifier son action								X	
	Auto-évaluation						X			X
	Aut-projection						X			X

Une première constatation, lorsqu'on regarde les trois productions écrites de Benjamin, c'est que les codes attribués à des **actions** sur les feuilles des TC1 (10 actions) (exemple 1) et TC2 (8 actions) (exemple 2) sont plus nombreux et plus diversifiés que pour la TC3 (4 actions) (exemple 3). Sur les feuilles des TC1 et TC2 se trouvent des schémas, des notes dans l'énoncé ou sur l'illustration, ce qui n'est pas le cas pour la TC3.

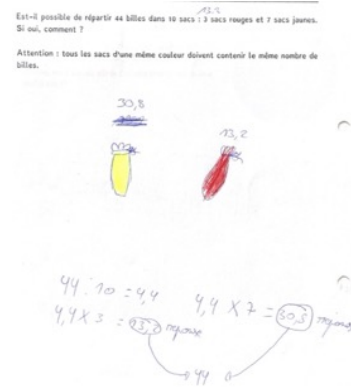
Les entretiens permettent d'identifier comment Benjamin répond aux questions à l'oral à propos des tâches complexes. Alors que durant l'entretien 2, il ne formule ni objectif ni plan de résolution, lors de l'entretien 3 il évoque son objectif : « [...] combien chacun a mis de fléchettes dans quelle zone. » (Entretien 3 – Avant). Si son objectif est en lien avec la tâche, sa planification n'est pas spécifique à celle-ci : « Chercher une solution » (Entretien 3 – Avant). Lorsque Benjamin répond oralement aux questions du chercheur lors des entretiens, il n'y a pas de différence notable entre les entretiens 2 et 3 en termes de nombre ou de qualité des explicites de ses actions :

« J'additionne plusieurs fois et je regarde ça donne combien, et si c'est pas juste je remodifie » (Entretien 2 – Pendant).

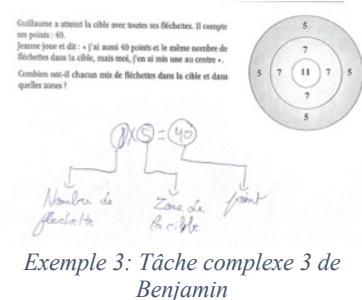
« Du coup je me demandais comment ils ont pu faire 40 points. Puis après j'ai relu une fois [...]. » (Entretien 3 – Pendant).



Exemple 1 : Tâche complexe 1 de Benjamin



Exemple 2: Tâche complexe 2 de Benjamin



Sur les résolutions écrites des trois tâches complexes, la seule **justification** prend la forme de flèches lors de la TC2 (exemple 2), pour montrer que les deux réponses aboutissent bien au résultat attendu. Benjamin écrit également deux calculs pour justifier les deux réponses entourées. Lors des entretiens, une seule justification orale est présente lors de l'entretien 3, lorsque le chercheur lui demande de justifier sa réponse à une question métacognitive : « Quand j'ai barré, c'était parce que je m'étais trompé entre les deux. » (Entretien 3 – Pendant). Benjamin semble donc en mesure de justifier oralement ses actions lorsqu'il commente son travail lors de l'entretien, mais il ne le fait que suite à des relances du chercheur.

Benjamin propose une solution pour chacune des tâches complexes mais seules les TC1 et TC2 permettent d'identifier, grâce à un commentaire, où se trouve la réponse. Cependant, aucun élément sur sa feuille ne permet de conclure sur son **autoévaluation**. Les entretiens 2 et 3 permettent de confirmer, lorsque Benjamin répond aux questions orales du chercheur, que Benjamin s'autoévalue positivement. Son autoévaluation lors de l'entretien 2 mobilise des données spécifique à la tâche, alors que ce n'est pas le cas lors de l'entretien 3 pour lequel il est moins précis. « *Oui, parce que quand je regardais, enfin quand j'avais mes deux réponses, quand j'additionnais les deux ça faisait 44.* » (Entretien 2 – Après). « *J'étais satisfait parce que j'avais réussi à répondre.* » (Entretien 3 – Après).

Les traces écrites ne permettant pas d'identifier de trace d'**autoprojection**, nous nous contenterons des entretiens. Lors de l'entretien 2, Benjamin ne formule pas de réponse efficace pour résoudre la tâche lorsqu'on lui demande de formuler un conseil pour la réalisation d'une tâche similaire : « *D'abord réfléchir avant de procéder.* » (Entretien 2 – Après). Il ne parvient pas lors de cet entretien à identifier des difficultés rencontrées ou des stratégies à modifier. Par contre, lors de l'entretien 3, Benjamin formule une réponse plus détaillée et en lien avec la tâche réalisée : « *Je referais la même chose. Calculer le nombre de fléchettes qui ont été lancées dans la zone.* » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 20 et 21) traite des **connaissances** et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 20 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 21 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 20: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	1	3	1

Tableau 21: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures							xxx	x	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

Benjamin écrit davantage de connaissances issues de la consigne sur la feuille de la TC2 que sur celles des TC1 et TC3 : dans des calculs, sur son schéma, pour justifier ses réponses. Lorsque Benjamin répond aux questions oralement lors de l'entretien, il n'évoque pas de connaissance antérieure lors de l'entretien 2 alors qu'il le fait lors de l'entretien 3 pour s'exprimer sur ce qu'il a fait avant et pendant la tâche. Avant la tâche il répond en évoquant des éléments de la consigne lorsqu'on lui demande d'expliquer son objectif : « *Guillaume a 40 points et Jeanne aussi* » (Entretien 3 – Avant). Pendant la tâche, l'évocation des connaissances est articulée à une justification de son action: « *Parce que Guillaume a mis 40 points. Et ils demandaient, enfin, et Jeanne aussi. [...]* Et ils demandaient combien chacun avait mis de fléchettes. » (Entretien 3 – Pendant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 22 et 23) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 22 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 23 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 22: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thèmes	Catégories	TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 23 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité				x	x			x	x
	Sécurité								x	

Enfin, les résolutions écrites des trois tâches complexes de Benjamin ne permettent pas d'identifier de trace de **sentiment**. Les entretiens montrent que Benjamin exprime davantage de sentiments dans ses réponses aux questions du chercheur lors de l'entretien 3 que lors de l'entretien 2. Les sentiments sont le plus souvent évoqués pendant la tâche (60% des sentiments), ce sont des sentiments de sécurité lors de l'entretien 2 et davantage d'insécurité lors de l'entretien 3. S'il y a peu de différence

dans le nombre de sentiments évoqués lors de ces deux entretiens, lors de l'entretien 2, les sentiments sont peu détaillés et pas en lien avec la tâche « *Je me dis que je peux y arriver* ». (*Entretien 2 – Pendant*). Par contre, lors de l'entretien 3, Benjamin évoque, dans ses réponses, des sentiments liés à sa compréhension de la tâche : « *Mais je me rends compte maintenant que je n'avais pas fait celui qui avait fait le 11 points* » (*Entretien 3 – Après*).

4.1.1.3 Synthèse du portrait de Benjamin

Traces orales à l'entraînement

Les données récoltées durant l'entraînement de Benjamin sont peu nombreuses, c'est en S5 qu'il répond le plus aux questions métacognitives.

Les résultats indiquent que la majorité des réponses de Benjamin se classent dans la catégorie "stratégies". Lorsqu'il évoque des **actions** dans ses réponses, il s'agit de phrases courtes. Il répond aux questions métacognitives avant les tâches/exercices en S3 et S5 pour citer ses objectifs, mais ne parvient pas à planifier ses actions. Il n'y a qu'une réponse pour laquelle il se **justifie**, mais avec une phrase courte et peu détaillée. Lorsque Benjamin répond aux questions d'**autoévaluation**, il évoque son insatisfaction et éprouve des difficultés à se justifier. En ce qui concerne l'**autoprojection**, il n'y a pas d'évolution dans ses réponses à l'entraînement. Benjamin ne parvient pas à répondre à la question. Dans ses réponses aux questions métacognitives, Benjamin évoque des **connaissances** antérieures, pendant les tâches/exercices, à une seule reprise en S5. Benjamin répond avec des **sentiments** uniquement pendant les tâches/exercices à partir de S5. Les sentiments évoqués dans ses réponses sont peu détaillés.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les traces écrites de Benjamin sont plus nombreuses sur les feuilles des TC1 et TC2 que sur les feuilles de la TC3. La majorité des traces sont étiquetées comme des **actions**. Benjamin ne laisse qu'une trace de **justification** sous forme de flèche lors de la TC2. Ses feuilles ne contiennent pas de trace d'**autoévaluation** ou

d'**autoprojection**. Les **connaissances** sont plus nombreuses sur la feuille de la TC2 que sur les feuilles des TC1 et TC3, les connaissances sont issues de la consigne. Aucune trace écrite sur les feuilles de Benjamin ne permet d'identifier de **sentiment**.

Réponses orales lors des entretiens

Les réponses orales lors des entretiens permettent de constater que Benjamin formule davantage de stratégies lors de l'entretien 3 par rapport à l'entretien 2. Cette augmentation s'observe plus précisément pour l'explicitation de ses **actions** avant la tâche. Alors que Benjamin ne formule pas d'objectif ni de planification lorsque le chercheur l'interroge lors de l'entretien 2, il formule un objectif et sa planification lors de l'entretien 3. Pour ce dernier, l'objectif est en lien avec la tâche, mais la planification est peu explicite. Il **justifie** son action à une reprise, après une relance du chercheur, lors de l'entretien 3, alors qu'il ne le fait pas pour l'entretien 2.

Alors que Benjamin ne laisse pas de trace d'**autoévaluation** sur les feuilles des tâches complexes, il évoque sa satisfaction lors des deux entretiens, mais ne justifie sa réponse que pendant l'entretien 3. Ce qui montre qu'oralement, et quand des questions lui sont posées, il sait s'autoévaluer. En ce qui concerne l'**autoprojection**, si Benjamin ne laisse pas apparaître ce type de stratégie sur ses feuilles, il donne des réponses lors des entretiens. Durant ceux-ci, il est peu explicite lors de l'entretien 2 et développe des stratégies plus détaillées et en lien avec la tâche lors de l'entretien 3. Benjamin n'évoque pas, dans ses réponses lors des entretiens, de stratégie à modifier. Il n'évoque pas de **connaissance** dans ses réponses lors de l'entretien 2, mais il le fait pour parler de ce qu'il a fait avant et pendant la tâche lors de l'entretien 3. Lorsqu'il est interrogé, Benjamin évoque des **sentiments** à la fois de sécurité et d'insécurité pour s'exprimer sur ce qu'il a fait avant, pendant et après la tâche lors des entretiens 2 et 3. C'est pendant la tâche qu'il exprime le plus de sentiments.

En résumé, pour Benjamin, élève de niveau bas en mathématiques, l'évolution des réponses métacognitives varie selon que l'analyse porte sur les sollicitations métacognitives régulières à l'oral, les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes ou les réponses orales obtenues lors des entretiens entre le chercheur et Benjamin. À l'oral, lors des sollicitations métacognitives régulières et des

entretiens entre le chercheur et Benjamin, ce dernier évoque davantage de stratégies à partir de la semaine 5/6. Cependant, cette évolution n'est pas observée pour les résolutions écrites des tâches complexes. Benjamin progresse dans la formulation orale de son objectif au fil des semaines de sollicitations métacognitives et des entretiens, mais éprouve des difficultés persistantes dans la planification de ses actions lors des sollicitations métacognitives régulières. Il n'y parvient que lors de l'entretien oral avec le chercheur à la fin de la semaine 6 sur les 6 semaines d'expérimentation. Les justifications sont peu présentes dans ses réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières, dans ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes ou dans ses réponses orales lors des entretiens avec le chercheur. Concernant l'autoévaluation, bien qu'il exprime son insatisfaction dans ses réponses lors des sollicitations métacognitives régulières, Benjamin se montre toujours satisfait de son travail lors des entretiens oraux. Il ne parvient pas à s'autoprojeter, que ce soit lors des sollicitations métacognitives régulières ou des entretiens, avant la fin de l'expérimentation. Il n'y parvient que pour le dernier entretien à la fin de la semaine 6/6.

Les connaissances auxquelles il fait appel sont peu nombreuses et peu détaillées lorsqu'il répond oralement aux sollicitations régulières, par écrit sur les feuilles des tâches complexes ou lorsqu'il répond oralement aux questions du chercheur lors des entretiens.

Concernant ses sentiments, Benjamin en évoque dans ses réponses orales à partir du deuxième entretien avec le chercheur, en semaine 3 sur 6. Il faut attendre la semaine 5 sur 6 pour que Benjamin réponde oralement aux sollicitations métacognitives régulières en évoquant des sentiments. Lors des sollicitations métacognitives régulières et des entretiens, des sentiments d'insécurité, telle que l'incompréhension des tâches/exercices ou des sentiments de sécurité telle que la confiance dans la résolution de la tâche/l'exercice, sont présents dans les réponses à la fois avant, pendant (le plus souvent) et après les tâches/exercices.

4.1.2 Portrait de Marius

Pour rappel, Marius est âgé de 13 ans, c'est un élève dont la moyenne des scores en mathématiques est comprise entre le premier et le troisième quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Marius a suivi un parcours scolaire sans redoublement, il n'est pas non plus en avance dans son parcours scolaire. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.1.2.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 24 présente la distribution et l'évolution des réponses de Marius aux questions métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 24: Évolution de la répartition des réponses de Marius lors de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	76,9%			75,0%			100,0%			66,7%			78,6%			90,0%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	7,7%			0,0%			0,0%			16,7%			14,3%			10,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	15,4%			25,0%			0,0%			16,7%			7,1%			0,0%		
	Sécurité																		

Pour chaque semaine d'entraînement, Marius a le plus souvent répondu aux questions métacognitives en se référant à des stratégies. Au cours des trois premières semaines, nous constatons une diminution du nombre de réponses aux questions métacognitives chez Marius. Le nombre de réponses remonte en S4 pour atteindre un maximum de 14 réponses en S5 et de redescendre à 10 réponses en S6. Nous constatons une augmentation de la part des réponses de Marius consacrées aux stratégies entre S1 (76,9%) et S3 (100%). Ensuite, après le congé, la proportion de réponses consacrée aux stratégies descend en S4 (66,7%) à un niveau inférieur à S1. Les semaines suivantes, les réponses consacrées aux stratégies augmentent à nouveau.

Évolution des réponses orales liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 25 présente la répartition des réponses orales de Marius suivant les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "stratégies".

Tableau 25: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	x	xxxx			g					xxx			xxx	xxxx		x	xxxx	
	Justifier son action		xxx	x							x							x	
	Auto-évaluation						x			x						x			xx
	Aut-projection			g			x			g						xx			x

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / g → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son autoprojection

Le tableau 25 permet de constater que Marius répond davantage aux questions en évoquant des stratégies en S1 et S5. Le plus souvent, il formule des réponses pendant les tâches/exercices.

Lorsque Marius répond aux questions en explicitant son **action** oralement, il le fait le plus souvent sous forme d'actions simples. Marius explicite ses actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, Marius formule des réponses dans lesquelles il explique ses objectifs, une fois en S1 et deux fois en S5. Ses objectifs mobilisent des éléments de la consigne et sont peu détaillés : « *Bein qu'il faut faire un rectangle, mais avec des outils, enfin avec une latte.* » (S1 – Pendant). « *Bein qu'il faut voir combien il y a de personnes de 50 ans ou plus.* » (S5 – Avant).

Si nous n'observons pas d'évolution dans la formulation de l'objectif, Marius progresse dans sa capacité à planifier. Cette observation repose sur les réponses orales proposées par Marius à partir de S4, avant cela il n'a pas répondu aux questions sur la planification. Ainsi, en début de S4, Marius ne parvient pas à expliciter son plan de résolution : « *Pour l'instant j'en ai pas trop, mais je crois que je vais regarder un peu les formes et tout.* » (S4 – Avant). Ici, il ne planifie pas spontanément son action. Après un temps de réflexion, il parvient tout de même à formuler des étapes de résolution, ce qui montre qu'il est capable de le faire mais il a besoin de relances de l'enseignant. En

S5, lorsqu'on lui demande son plan, il y parvient en formulant une action simple : « *Je regarde si je peux mettre le même nombre partout.* » (S5 – Avant). La même semaine, lorsque l'enseignant lui demande son plan, il formule une réponse plus complète et hiérarchisée que lors de la séance précédente : « *Bein je réunis, enfin je fais des groupes avec les fractions et après j'utilise la même technique que tout à l'heure, donc je vais mettre les mêmes dénominateurs en un, enfin je vais essayer de mettre le même.* » (S5 – Avant). En S6, bien qu'il n'ait pas de plan, Marius a intégré le fait de se poser la question lors de la résolution des tâches/exercices avant que la question lui soit posée : « *Justement, je réfléchis à un plan.* » (S6 – Avant).

Pendant les tâches/exercices, Marius formule des réponses peu détaillées et la plupart du temps ce sont des actions simples (72% des réponses) : « *Bein j'ai regardé avec la latte, et bein les longueurs elles étaient pas bonnes.* » (S1 – Pendant). « *Bein je regarde comment il se divise et tout. Je vais faire fois.* » (S6 – Pendant). Il n'y a pas d'évolution de l'explicitation des actions de Marius pendant les tâches/exercices.

Marius répond aux questions métacognitives en **justifiant** oralement ses actions plus régulièrement en S1 (4 justifications) que durant les semaines suivantes. Il formule des justifications dans ses réponses orales avant, pendant et après les tâches/exercices, mais le fait plus régulièrement pendant. Il se justifie parfois spontanément lorsqu'il explicite ses actions, et parfois lorsque l'enseignant lui demande explicitement. Cela montre que Marius sait se justifier et qu'il le fait parfois sans même qu'on lui demande, et ce dès S1. Cependant, nous ne constatons pas d'évolution dans les formes de justification qu'il propose, il justifie le plus souvent ses actions avec des éléments issus de la consigne : « *Je prends la forme 3 et la 2. Je regarde surtout ces deux-là puisqu'ils ont une plus petite partie qui est coloriée.* » (S4 – Avant).

Lorsque l'enseignant lui pose des questions d'**autoévaluation**, soit Marius répond sans se justifier, soit il se justifie de manière peu explicite. Cette stratégie n'évolue pas au cours de l'expérimentation : « *Je suis satisfait.* » (S2 – Après). « *Heu oui, mais j'ai pas su aller jusqu'au bout.* » (S3 – Après). « *Heu, bof parce que j'ai fait qu'un truc :* » (S6 – Après).

Les **autoprojections** évoquées par Marius dans ses réponses orales aux questions métacognitives ne sont pas souvent détaillées et sont généralement peu explicites. Ses réponses concernent des stratégies à conserver sauf dans une réponse en S3. Il n'y a pas d'évolution au cours de l'expérimentation : « *Bein pour avoir plus facile je ferais un décagone.* » (S3 – Après). « *Bein il faut vérifier [...] bah les calculs et tout.* » (S6 – Après).

Évolution des réponses orales liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 26) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 26 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures			x							x			x					
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques													x				x	

Marius évoque peu de **connaissances** dans ses réponses orales. À partir de S4, des connaissances sont présentes dans ses réponses orales chaque semaine. Il évoque des connaissances le plus souvent avant les tâches/exercices. À partir de S5, il évoque des connaissances issues des tâches/exercices antérieurs alors qu'il ne l'a pas fait avant : « *Je regarde surtout ces deux-là puisqu'ils ont une plus petite partie qui est coloriée.* » (S4 – Avant). « *Bein je réunis, enfin je fais des groupes avec les fractions et après j'utilise la même technique que tout à l'heure [...].* » (S5 - Avant).

Évolution des réponses orales liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 27) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 27: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité	x				x													
	Sécurité		x								x				x				

Lorsqu'on lui pose des questions métacognitives, Marius exprime des **sentiments**, à la fois de sécurité et d'insécurité, avant et pendant les tâches/exercices durant les deux premières semaines de l'expérimentation et durant les deux premières semaines après

le congé : « [...] j'ai remarqué qu'il faisait pas 4 cm non plus, donc j'ai retracé. » (S1 – Pendant). « Je suis pas sûr que c'est bon. » (S2 – Pendant). « Bein ça devrait aller, enfin je crois. » (S5 – Pendant).

4.1.2.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Nous allons maintenant analyser l'évolution des traces écrites en nous appuyant sur les entretiens oraux réalisés avec Marius.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 28 et 29) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 28 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 29 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 28: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	2	2	5
	Justifier	0	0	1
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 29 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXX			X		XX	X	
	Justifier son action		X							
	Auto-évaluation			X			X			X
	Aut-projection									X

La feuille de la TC1 (exemple 4) contient deux **actions** visibles, l'estimation de la masse des pots et une estimation barrée. La feuille de la TC2 (exemple 5) contient un calcul qui montre que Marius a vérifié sa réponse ainsi que la réponse à la question. Les traces laissées sur la feuille de la TC3 (exemple 6) sont plus nombreuses que pour les deux autres tâches complexes. Marius met des marques sur le diagramme, note ses calculs, commente ses calculs avec des mots et met des flèches pour expliciter ses actions.

Lorsque Marius répond oralement aux questions lors des entretiens, les actions évoquées sont moins nombreuses pour l'entretien 2 que pour les entretiens 1 et 3. De plus, Marius répond aux questions avec des actions simples lors des entretiens 1 et 2

alors que pour l'entretien 3, lorsqu'il évoque ce qu'il a fait avant de réaliser la tâche, il formule des réponses hiérarchisées. Lors de l'entretien 2, ses réponses sont particulièrement courtes et peu explicites :

« Je regardais combien ça faisait quand on les mettait tous ensemble pour que ça fasse 5 kilos. » (Entretien 1 – Pendant).

« Non, j'ai un peu fait comme ça au pif. » (Entretien 2 – Pendant).

Les explicitations pour l'entretien 3 font référence à ce qu'il a fait avant la résolution de la tâche, ce qui n'était pas le cas pour les entretiens 1 et 2 :

« Et bien c'était de savoir combien de flèches ils avaient mis tous les deux, le même nombre de flèches, donc il fallait trouver le même nombre de flèches avec le même nombre de points avec des chiffres différents. » (Entretien 3 – Avant).

Lors de l'entretien 3, lorsqu'il répond aux questions sur ce qu'il a fait avant la tâche, Marius formule des réponses plus détaillées que lors des entretiens 1 et 2. Par contre, lorsqu'il évoque ses actions pendant la tâche, il reste peu explicite lors de l'entretien 3 : *« En calculant. » (Entretien 3 – Pendant).*

Sur la feuille de la TC3 (exemple 6), Marius **justifie** sa réponse par un calcul, mais aucune autre trace de justification n'est présente sur les feuilles des autres tâches complexes. Marius répond aux questions en justifiant son action uniquement à l'entretien 1. Le chercheur lui demande de justifier pourquoi il a barré sa réponse : *« Bah parce que ça marche pas sur les autres. » (Entretien 1 – Pendant).*

Marie a fait des confitures et a placé les pots (petit, moyens et grands) sur trois rayons:

Il y a exactement 5 kg de confiture sur chaque rayon.
Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit pot?

~~1 grand = 2 kg
1 moyen = 1 kg
1 petit = 0.5 kg~~

1 grand =
1 moyen = 1 kg
1 petit =

Exemple 4 : Tâche complexe 1 de Marius

Est-il possible de répartir 44 billes dans 10 sacs : 3 sacs rouges et 7 sacs jaunes.
Si oui, comment ?

Attention : tous les sacs d'une même couleur doivent contenir le même nombre de billes.

$3 \times 3 = 9$ $7 \times 5 = 35$
 $9 + 35 = 44$

3 dans les sacs rouges
5 dans les sacs jaunes

Exemple 5: Tâche complexe 2 de Marius

Guillaume a tiré la cible avec toutes ses flèches. Il compte ses points: 68.
Jeanne joue et dit: « J'ai aussi 68 points et le même nombre de flèches dans la cible, mais moi, j'en ai mis une au centre ».
Combien avait-elle chacune des flèches dans la cible et dans quelles zones ?

$a = 68$ flèches ($\times 5$ flèches)

$(1 \times 2) = 2$
 $(2 \times 2) = 4$
 $(3 \times 2) = 6$
 $(4 \times 2) = 8$
 $(5 \times 2) = 10$
 $(6 \times 2) = 12$
 $(7 \times 2) = 14$
 $(8 \times 2) = 16$
 $(9 \times 2) = 18$
 $(10 \times 2) = 20$

$a = 68$ flèches ($\times 6$ flèches)

$(1 \times 2) = 2$
 $(2 \times 2) = 4$
 $(3 \times 2) = 6$
 $(4 \times 2) = 8$
 $(5 \times 2) = 10$
 $(6 \times 2) = 12$
 $(7 \times 2) = 14$
 $(8 \times 2) = 16$
 $(9 \times 2) = 18$
 $(10 \times 2) = 20$

Exemple 6: Tâche complexe 3 de Marius

Marius rédige une réponse pour les TC1, TC2 et TC3, mais la réponse pour la TC1 est barrée. Il n'y a pas de trace d'**autoévaluation** sur les feuilles des tâches complexes. Les entretiens permettent de constater que Marius sait s'autoévaluer lorsque le chercheur lui pose des questions à l'oral, il parvient à dire s'il est satisfait ou pas de sa solution et se justifie par rapport au fait de trouver la réponse. Néanmoins, il est nécessaire que le chercheur lui pose des questions de relance pour que Marius se justifie: « Bof [...] J'ai pas trop avancé. [...] Je n'ai pas trouvé la réponse. » (Entretien 1 – Après). « Oui [...] J'ai eu ce que je voulais.[...] Réussir à répondre. » (Entretien 2 – Après). Lors de l'entretien 3, il n'a pas besoin de question de relance, mais sa réponse reste peu explicite : « Bein parce que j'avais réussi et c'était bien fait. » (Entretien 3 – Après). Marius explique également dans ses réponses que c'est difficile pour lui de dire pourquoi la tâche est réussie ou bien faite.

Aucun élément sur ses feuilles ne permettant d'identifier que Marius a mobilisé des stratégies d'**autoprojection** pendant la résolution des tâches complexes, nous nous contenterons des entretiens. Marius ne parvient pas à évaluer ses stratégies lorsque le chercheur lui pose des questions lors des entretiens 1 et 2: « Je ne sais pas. » (Entretiens 1 et 2 – Après). Par contre, lors de l'entretien 3, Marius formule une réponse plus détaillée et en lien avec la tâche réalisée. La réponse qu'il propose concerne une stratégie à conserver : « Je referais de la même manière. Et pour conseiller, bein je lui dirais de commencer par la personne qui a mis la flèche dans le 11. » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 30 et 31) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 30 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 31 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 30: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	1	2	1

Tableau 31: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures							X		
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques									

Marius note sur sa feuille des **connaissances** issues de la consigne, dans sa réponse lors de la TC1, sur son schéma lors de la TC2 et dans ses calculs lors de la TC3. Lorsqu'il répond aux questions du chercheur lors des entretiens 1 et 2, Marius évoque une fois les données issues de la consigne lors de l'entretien 3 et ce avant la réalisation de la tâche : « *Bein qu'ils avaient tous les deux 40 points, mais qu'il y en avait un des deux, il avait mis la flèche dans le onze.* » (Entretien 3 – Avant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 32 et 33) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 32 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 33 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 32: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 33 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité		XX							
	Sécurité								X	

Enfin, concernant les **sentiments**, les traces de Marius sur les feuilles des tâches complexes ne permettent pas d'observer de sentiment. Par contre, il évoque des sentiments, lors des entretiens 1 et 3, lorsqu'il répond aux questions sur ce qu'il a fait

pendant la tâche. Lors de l'entretien 1, Marius évoque dans ses réponses des sentiments d'insécurité qui l'ont amené à se détourner de la tâche : « *Bah comme j'avais ma première idée en tête, j'arrivais pas à changer et bah du coup je me suis mis à penser à d'autres choses et tout que le cours.* » (Entretien 1 – Pendant). Lors de l'entretien 3, Marius évoque un sentiment de sécurité pendant la tâche sur la base de sa facilité à réaliser les calculs : « *Bah c'est des calculs assez simples.* » (Entretien 3 – Pendant).

4.1.2.3 Synthèse du portrait de Marius

Traces orales à l'entraînement

Au cours de l'entraînement, le nombre de réponses de Marius pour lesquelles il explicite ses **actions** diminue durant les trois premières semaines. Ensuite, dans la deuxième partie de l'expérimentation (S4, S5, S6), lorsqu'il répond aux questions métacognitives, Marius explicite davantage d'actions. C'est le plus souvent pendant les tâches/exercices que Marius répond aux questions en explicitant ses actions. S'il ne formule que très peu d'objectifs durant l'entraînement, avant les tâches/exercices, nous constatons qu'il le fait davantage en fin d'expérimentation (S5) que les autres semaines. Au fil des semaines d'entraînement, Marius répond plus facilement aux questions de planification. Ensuite, Marius a montré pendant l'entraînement qu'il sait **justifier** ses actions. Ainsi, il répond aux questions en évoquant des éléments de la consigne, le plus souvent pendant les tâches/exercices. Par contre, Marius éprouve des difficultés à répondre aux questions d'**autoévaluation** et à justifier sa satisfaction ou son insatisfaction. En ce qui concerne l'**autoprojection**, il n'est pas capable d'évaluer et de justifier précisément ses stratégies lors de l'entraînement. Lorsqu'il répond aux questions métacognitives du chercheur, Marius évoque peu de **connaissances** et lorsqu'il le fait c'est le plus souvent avant les tâches/exercices. Peu de **sentiments** apparaissent dans ses réponses, le plus souvent pendant les tâches/exercices.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les feuilles sur lesquelles Marius a résolu les tâches complexes ne contiennent que des **actions** de résolutions et des connaissances. Nous observons une augmentation des traces de résolution sur la feuille de la TC3 par rapport aux tâches complexes

précédentes. Peu de **connaissances** sont présentes sur les feuilles de Marius et aucune évolution n'est observée pour cette thématique.

Réponses orales lors des entretiens

Les réponses orales lors des entretiens permettent d'identifier que Marius évoque moins d'**actions** dans ses réponses aux questions de l'entretien 2 que lors de l'entretien 1. Pour l'entretien 3, le nombre d'actions explicitées dans les réponses de Marius est en augmentation par rapport à l'entretien 2. Il faut attendre l'entretien 3 pour que Marius réponde aux questions en formulant un objectif. Au cours des entretiens 1 et 2, nous ne constatons pas de planification dans ses réponses, par contre il explique sa planification lors de l'entretien 3. Il ne **justifie** son action qu'à une seule reprise, lors de l'entretien 1 pendant la tâche. Cependant, il faut que le chercheur lui demande explicitement de justifier pour qu'il le fasse. Marius éprouve des difficultés à répondre aux questions d'**autoévaluation** lors des entretiens, il ne parvient pas à justifier son autoévaluation de manière détaillée ni à faire de lien avec la tâche. De même, pour les deux premiers entretiens, Marius ne parvient pas à expliquer de manière précise et détaillée comment faire évoluer ses stratégies de résolution (**autoprojection**). Par contre, il parvient à répondre de manière détaillée et en lien avec la tâche lors de l'entretien 3. Dans ses réponses, Marius évoque peu de **connaissances**, il le fait une fois lors de l'entretien 3 avant la tâche. Les **sentiments** évoqués par Marius lorsqu'il répond aux questions lors des entretiens sont également peu nombreux, il le fait uniquement pendant la tâche.

En résumé, pour Marius, élève de niveau moyen en mathématiques, une baisse des actions explicitées oralement est observée dans ses réponses lors des sollicitations métacognitives régulières et au cours des entretiens avec le chercheur entre la semaine 1/6 et la semaine 4/6. Ensuite, le nombre d'actions explicitées par Marius dans ses réponses est en augmentation de la semaine 4/6 à la semaine 6/6, que ce soit dans ses réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières, ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes ou dans ses réponses orales aux questions du chercheur lors des entretiens. Plus précisément, Marius progresse dans sa capacité à formuler oralement un objectif et à planifier son travail. Cela s'observe dans ses réponses aux sollicitations

métacognitives régulières et durant les entretiens avec le chercheur. Nous notons également, lors du dernier entretien en semaine 6/6, que Marius est capable de formuler oralement une réponse dans laquelle il explique de manière détaillée une stratégie qui lui a été utile pour résoudre la tâche, ce qu'il n'a pas été en mesure de faire auparavant. Le nombre de connaissances évoquées par Marius est en augmentation lorsqu'il répond oralement aux sollicitations métacognitives régulières et il évoque une connaissance lors du dernier entretien alors qu'il ne l'a pas fait pour les entretiens précédents. Il n'y a pas d'évolutions dans les sentiments présents dans les réponses de Marius, quel que soit le type de questionnement.

4.1.3 Portrait d'Hélène

Pour rappel, Hélène est âgée de 12 ans, c'est une élève dont la moyenne des scores en mathématiques est supérieure au troisième quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Hélène a suivi un parcours scolaire sans redoublement, elle n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.1.3.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 34 présente la distribution et l'évolution des réponses d'Hélène aux questions métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 34: Évolution de la répartition des réponses d'Hélène lors de l'entraînement

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	90,0%			60,0%			100,0%			66,7%			0,0%			0,0%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	9,1%			40,0%			0,0%			0,0%			0,0%			0,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	0,0%			0,0%			0,0%			33,3%			0,0%			0,0%		
	Sécurité																		

Pour chaque semaine d'entraînement, Hélène a le plus souvent répondu aux questions métacognitives en se référant à des stratégies. Au cours des semaines, nous constatons une diminution du nombre de réponses (S1 - 12 réponses, S2 - 4 réponses, S3 - 1

réponse) aux questions métacognitives chez Hélène. Nous constatons, d'une semaine à l'autre, une variation de la part des réponses d'Hélène consacrées aux stratégies : diminution entre S1 (90%) et S2 (60%) puis augmentation en S3 (100%) et nouvelle diminution en S4 (66,7%). Ensuite, Hélène ne répond plus aux questions métacognitives.

Évolution des réponses orales liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 35 présente la répartition des réponses orales d'Hélène suivant les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "stratégies".

Tableau 35: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xx	xxxxxx			x		x			x	x							
	Justifier son action		x																
	Auto-évaluation						g												
	Aut-projection			x															

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / g → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son autoprojection

Le tableau 35 permet de constater qu'Hélène répond davantage aux questions métacognitives de l'enseignant en S1, le plus souvent pendant les tâches/exercices. Au fil des semaines, Hélène participe de moins en moins jusqu'à ne plus participer en S5 et S6. En S5, l'enseignant l'interroge à deux reprises pendant les tâches/exercices, sans doute sans qu'elle ait demandé la parole, mais Hélène ne semble pas vouloir s'engager dans la discussion. Ainsi lorsque l'enseignant lui demande si elle a une technique pour résoudre l'exercice, elle répond : « *Pas trop non* » (S5 – Pendant).

Les réponses qui contiennent des stratégies d'explicitation de son **action** sont toutes exprimées sous forme d'actions simples. Ses phrases sont généralement courtes et peu détaillées : « *Je regarde si c'est parallèle* » (S1 – Pendant).

Lorsqu'elle répond aux questions de l'enseignant, Hélène ne **justifie** qu'une fois son action pendant une tâche/un exercice. Elle ne se justifie que lorsque l'enseignant lui

demande de le faire: « *Parce que la diagonale fait 9 et que le côté fait 4.* » (S1 – Pendant).

Hélène donne une réponse où elle s’**autoévalue** en S2, elle se montre satisfaite de son travail. Pour se justifier, elle dit avoir respecté la consigne : « *Parce que j’ai respecté les consignes qui étaient données* » (S2 – Après).

Hélène ne participe pas volontairement aux questions d’**autoprojection**. Il faut que l’enseignant l’interroge. Alors, elle formule des réponses très courtes sans justification : « *Je referais le même.* » (S1 – Après). « *Je sais pas.* » (S2 – Après).

Évolution des réponses orales liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 36) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 36 : Classement des réponses issues de l’entraînement et contenant des connaissances

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures	x				x	x												
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques																		

Hélène évoque des **connaissances** antérieures dans ses réponses uniquement durant les deux premières semaines. Elle formule un objectif en S1 en faisant référence à des connaissances issues de la consigne : « *Il faut que le trapèze isocèle WXYZ ait une hauteur de 4 cm.* » (S1 – Avant). En S2, elle fait référence à la consigne à deux reprises, mais de manière peu détaillée : « *J’ai regardé ce qu’ils ont demandé* » (S2 – Pendant).

Évolution des réponses orales liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 37) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 37: Classement des réponses issues de l’entraînement et contenant des sentiments

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité																		
	Sécurité										x								

Dans ses réponses aux questions métacognitives, Hélène évoque des **sentiments** à une seule reprise durant les six semaines d'entraînement, pendant la réalisation de la tâche. Elle le fait lorsque l'enseignant lui demande de justifier pourquoi tout se passe comme prévu : « *Bein parce que c'est facile.* » (S4 – Pendant).

4.1.3.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Nous allons maintenant analyser l'évolution des traces écrites en nous appuyant sur les entretiens réalisés avec Hélène.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 38 et 39) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 38 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 39 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 38: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

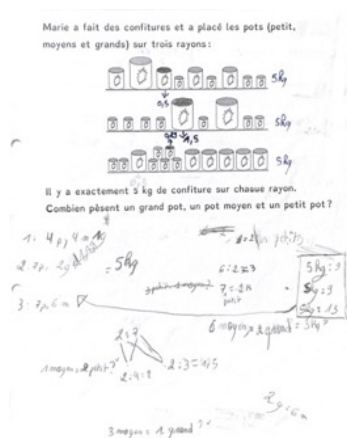
Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	15	1	5
	Justifier	0	0	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 39 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

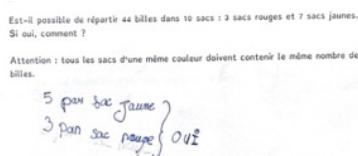
Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXX			X		XX	XXXX	
	Justifier son action									
	Auto-évaluation			X			X			XX
	Aut-projection			X			X			X

Lorsque l'on examine les trois productions d'Hélène, nous observons une quantité de traces plus importante sur la feuille de la TC1 (exemple 7) par rapport aux deux autres tâches complexes. La TC2 (exemple 8) ne contenant que la réponse à la question. La TC1 présente également une plus grande diversité d'**actions** que les autres tâches complexes: calculs de réflexions, formulation d'hypothèses, flèches, établissement de liens entre les données. Lorsqu'elle est interrogée durant les entretiens, les actions évoquées par Hélène sont moins nombreuses pour l'entretien 2 par rapport aux entretiens 1 et 3. Les explicitations sont plus fréquentes dans ses réponses lors de l'entretien 3 par rapport à l'entretien 2, et elles apparaissent également avant la tâche, ce qui diffère des deux premiers entretiens. Par contre, si Hélène décrit des actions

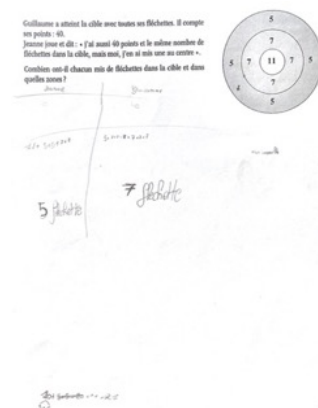
hiérarchisées pour les entretiens 1 et 2, elle ne le fait plus lors de l'entretien 3. Donc, Hélène explicite davantage ses actions lors de l'entretien 3, mais de manière moins détaillée que pour les autres entretiens. Hélène ne **justifie** jamais ses actions, que ce soit sur les feuilles des tâches complexes ou lors des entretiens.



Exemple 7: Tâche complexe 1 d'Hélène



Exemple 8: Tâche complexe 2 d'Hélène



Exemple 9: Tâche complexe 3 d'Hélène

Hélène rédige une réponse pour les TC2 et TC3, mais aucun élément sur ses feuilles ne permet de conclure à une **autoévaluation** du travail réalisé. Ses réponses lors des entretiens permettent de constater qu'Hélène s'autoévalue positivement lors des entretiens 1 et 2 : « Ça va » (*Entretien 1 – Après*). Mais lorsqu'on lui demande de justifier elle en est incapable : « Je sais pas. » (*Entretien 1 – Après*). Lors de l'entretien 3, elle s'autoévalue de manière nuancée lorsque l'enseignant lui demande si elle est satisfaite. Cependant, sa justification reste très générale et peu détaillée : « Oui, mais je n'y suis pas, je veux dire pas arrivée. [...] Bein d'avoir essayé. » (*Entretien 3 – Après*).

Aucune trace d'**autoprojection** n'est présente sur les feuilles d'Hélène, nous nous contenterons des entretiens. Hélène a des difficultés à évaluer ses stratégies lors des deux premiers entretiens. Ainsi, lorsqu'on lui demande de formuler un conseil pour la réalisation d'une tâche similaire, elle ne formule pas de réponse efficace pour réaliser la tâche : « Bein de réfléchir. » (*Entretien 2 – Après*). Lorsque le chercheur lui demande de préciser, elle ne parvient pas à lui fournir une réponse : « Je sais pas. » (*Entretien 2 – Après*). Par contre, lors de l'entretien 3, Hélène formule une réponse plus détaillée et en lien avec la tâche réalisée : « Bah je réfléchirais moins à faire sur la cible parce

que j'ai essayé longtemps et je me suis dit que je m'en sortais pas parce que je différenciais pas les fléchettes de Jeanne et Guillaume. » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 40 et 41) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 40 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 41 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 40: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	4	1	2

Tableau 41: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures							X		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

Hélène évoque davantage de **connaissances** sur la feuille de la TC1 : dans des calculs, des relations entre les données, sur l'illustration. Ensuite, lors des TC2 et TC3, des connaissances sont identifiées dans les solutions et moins mobilisées dans les traces de réflexion. Lors des entretiens 1 et 2, Hélène ne répond pas aux questions en évoquant des connaissances antérieures. Par contre, elle évoque une connaissance issue de la consigne lors de l'entretien 3, et ce avant la réalisation de la tâche : « *En pensant qu'il y en a, que il y avait une personne qui l'avait mis au milieu.* » (Entretien 3 – Avant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 42 et 43) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 42 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 43 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 42: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	1
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 43 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité		X						XXXX	
	Sécurité		X					X		

Enfin, concernant les **sentiments**, les traces d'Hélène sur les feuilles des TC1 et TC2 ne permettent pas d'observer de sentiment. Par contre, nous avons attribué la phrase : « C'est impossible », qu'elle écrit sur la feuille de la TC3 (exemple 9), à la catégorie "sentiment d'insécurité". Alors que les traces écrites ne permettent pas de voir qu'elle a rencontré plus de difficultés lors de la TC3, Hélène évoque davantage de difficultés dans ses réponses au cours de l'entretien 3. Lorsqu'elle évoque des sentiments, Hélène le fait le plus souvent pendant la tâche.

4.1.3.3 Synthèse du portrait d'Hélène

Traces orales à l'entraînement

Les données récoltées durant l'entraînement d'Hélène sont peu nombreuses et leur nombre diminue au cours des semaines. La baisse de participation la plus importante a lieu entre S1 et S2, le nombre de réponses passe de 11 à 5. En S5 et S6, elle ne répond plus aux questions métacognitives de l'enseignant au cours de l'entraînement.

Lorsqu'elle répond aux questions métacognitives, Hélène le fait le plus souvent en explicitant ses **actions** avant et pendant les tâches/exercices. Ses réponses sont des actions simples et peu détaillées. Les réponses d'Hélène montrent qu'elle est capable de **justifier** ses actions, elle le fait en S1, mais ne le fait plus après. Une seule **autoévaluation**, en S2, a été identifiée dans les réponses d'Hélène lors de l'entraînement. Cette autoévaluation montre qu'à ce moment de l'expérimentation, Hélène éprouve des difficultés pour justifier de manière détaillée sa satisfaction. En ce qui concerne l'**autoprojection**, elle n'est pas capable d'évaluer et de justifier précisément ses stratégies lors de l'entraînement durant les deux premières semaines. Par la suite, elle ne répond plus à ce type de question. Hélène répond aux questions métacognitives en évoquant des **connaissances** durant les deux premières semaines, avant, pendant et après les tâches/exercices. Hélène évoque un **sentiment** de sécurité

à une seule reprise dans ses réponses au cours de l'entraînement, en S4 pendant une tâche/un exercice.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les feuilles des tâches complexes présentent une diminution des traces d'**actions** de réflexion entre la TC1 et les tâches suivantes. Ceci est particulièrement remarquable pour la TC2, mais il faut nuancer ce constat par le fait qu'elle ait trouvé la solution relativement rapidement pour cette tâche. Il n'y a pas de trace de **justification**, d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection** sur les feuilles d'Hélène. Des **connaissances** sont présentes sur toutes les feuilles d'Hélène, mais elles sont plus nombreuses sur la feuille de la TC1 que sur les feuilles des autres tâches. Nous identifions un **sentiment** d'insécurité sur la feuille de la TC3 alors qu'il n'y en a pas pour les autres tâches.

Réponses orales lors des entretiens

Les entretiens offrent une autre lecture de l'évolution des réponses orales d'Hélène puisqu'elle explique davantage ses **actions** lors de l'entretien 3 que lors des entretiens 1 et 2. Cette évolution est l'inverse de ce qu'il se passe à l'entraînement. Ceci corrobore ce qui a été annoncé pour les élèves de la modalité à l'oral, à savoir qu'il se peut qu'Hélène ait bénéficié des questions et réponses métacognitives entendues lors de l'entraînement sans y répondre personnellement à haute voix. Au cours des entretiens, Hélène ne **justifie** jamais ses actions lorsqu'elle répond aux questions du chercheur. Elle éprouve des difficultés à répondre aux questions d'**autoévaluation** lors des entretiens 1 et 2. Par contre, une différence notable est à signaler lors de l'entretien 3 lors duquel la réponse d'Hélène à la question de l'autoévaluation est plus précise et liée à l'objectif de la tâche. Pour les deux premiers entretiens, Hélène ne parvient pas à évaluer de manière précise et détaillée ses stratégies de résolution (**autoprojection**), elle formule des réponses peu efficaces pour la tâche ou ne sait pas répondre. À nouveau, comme pour l'autoévaluation, elle est beaucoup plus précise dans sa réponse lors de l'entretien 3. Pour les **connaissances**, elle en évoque à une seule reprise, pour s'exprimer sur ce qu'elle avait compris de l'énoncé lors de l'entretien 3. Nous constatons qu'Hélène évoque peu de **sentiments** dans ses réponses lors des entretiens 1 et 2, c'est-à-dire avant S4. Par contre, elle en évoque davantage lors de l'entretien 3,

elle s'y exprime à quatre reprises sur ses difficultés pendant la tâche alors qu'elle ne l'avait fait qu'une seule fois lors de l'entretien 1.

En résumé, les actions évoquées oralement par Hélène, élève de niveau haut en mathématiques, diminuent au fil des 6 semaines de sollicitations métacognitives régulières. Le nombre de traces écrites catégorisées comme des actions de résolution sont également en diminution sur les feuilles des tâches complexes utilisées comme tâche de contrôle. La tendance est inverse pour les réponses orales évoquées en réponse aux questions du chercheur lors des entretiens. Les justifications sont très peu nombreuses dans les réponses orales aux sollicitations régulières et lors des entretiens ainsi que pour les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes. Hélène répond oralement à une seule question d'autoévaluation au cours de la semaine 2/6 lors des sollicitations métacognitives régulières, sa réponse est peu détaillée. De plus, lors du premier et du deuxième entretien oral avec le chercheur en semaine 1/6 et 3/6, soit elle s'autoévalue avec une réponse orale courte, soit elle ne sait pas répondre, alors que sa réponse est plus précise lors du troisième entretien en fin de semaine 6/6. Durant les deux premières semaines de sollicitations régulières, Hélène évoque oralement des stratégies peu efficaces (e.g. "refaire le même") pour les tâches/exercices ou ne sait pas répondre lorsque l'enseignant lui pose des questions d'autoprojection. Le même constat est posé pour ses réponses orales aux questions du chercheur lors des entretiens en semaines 1/6 et 3/6. Lors du dernier entretien avec le chercheur en semaine 6/6, elle répond de manière plus détaillée à la question d'autoprojection.

Les connaissances évoquées oralement sont plus nombreuses dans les réponses d'Hélène durant les deux premières semaines de sollicitations métacognitives régulières. Les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes sont également plus nombreuses en début d'expérimentation lors de la tâche complexe 1 en semaine 1/6, que sur les feuilles des tâches complexes suivantes. Par contre ce n'est qu'au dernier entretien avec le chercheur qu'Hélène évoque oralement une connaissance dans ses réponses.

Les sentiments évoqués oralement par Hélène apparaissent dans ses réponses aux sollicitations métacognitives régulières à partir de la semaine 4/6. Un sentiment d'insécurité est identifié dans une trace écrite sur la feuille de la tâche complexe 3 en semaine 6/6. Hélène évoque également un sentiment dans ses réponses orales en semaine 6/6 lors du dernier entretien avec le chercheur.

Ainsi, nous retenons que l'évolution d'Hélène dans ses réponses orales aux questions métacognitives varie selon que l'analyse porte sur les réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières ou les réponses orales obtenues lors des entretiens entre le chercheur et Hélène. Hélène répond de moins en moins souvent aux questions orales au cours des sollicitations métacognitives régulières. Par contre, la tendance est inverse pour les réponses orales au cours des entretiens, particulièrement pour le dernier entretien en semaine 6/6, lors duquel Hélène évoque plus d'actions, de connaissances et de sentiments que pour les entretiens précédents en semaines 1/6 et 3/6. Une diminution des traces écrites est également observée sur les feuilles des tâches complexes.

4.2 Portraits des trois élèves de la modalité à l'écrit : Bérénice, Manon et Héloïse

Les élèves de la modalité à l'écrit répondent aux questions métacognitives de l'enseignant en écrivant dans un cahier. Les réponses ne sont pas partagées entre les élèves et il n'y a pas de discussion entre ceux-ci et l'enseignant. Les trois portraits qui suivent concernent des élèves de niveaux différents (bas, moyen, haut) ayant participé à l'expérimentation dans la même classe avec le même enseignant.

4.2.1 *Portrait de Bérénice*

Pour rappel, Bérénice a 14 ans, c'est une élève dont la moyenne des scores en mathématiques est inférieure au premier quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Le profil "bas" lui est attribué en termes de niveau scolaire en mathématiques. Héloïse a suivi un parcours scolaire avec redoublement et elle a obtenu son CEB après une année dans

l'enseignement différencié. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire

4.2.1.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 44 présente la distribution et l'évolution des réponses de Bérénice aux sollicitations métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'entraînement.

Tableau 44: Évolution de la répartition des réponses de Bérénice lors de l'entraînement⁹

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	100,0%			88,9%			90,0%			60,7%			51,7%			50,0%		
	Justifier son action																		
	Autoévaluation																		
	Autoprojection																		
Connaissances	Antérieures	0,0%			11,1%			0,0%			3,6%			13,8%			15,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	0,0%			0,0%			10,0%			35,7%			34,5%			35,0%		
	Sécurité																		

Avant d'entamer l'analyse détaillée des réponses de Bérénice, le tableau 44 permet d'observer que, durant les trois premières semaines d'expérimentation, Bérénice a principalement répondu aux questions métacognitives en notant des stratégies. Cependant, nous constatons une diminution progressive de ce type de réponses tout au long de l'expérimentation. La proportion des réponses sur les stratégies diminue de manière continue de S1 (90% des réponses) à S6 (50% des réponses). Une augmentation des réponses aux sollicitations faisant appel aux connaissances est identifiée de S3 (0% des réponses) à S6 (15% des réponses). La part de réponses aux sollicitations métacognitives faisant référence à des sentiments augmente également entre S2 (0% des réponses) et S4 (35,7% des réponses). Entre S4 (35,7% des réponses) et S6 (35% des réponses), nous observons une stabilité des sentiments évoqués dans les réponses de Bérénice. Chacun des thèmes va être discuté ci-dessous en illustrant les propos avec des exemples de verbatims.

⁹ Suite à un problème technique, les élèves de la modalité à l'écrit n'ont pas répondu aux questions métacognitives après la tâche durant les trois premières semaines.

Évolution des réponses écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Les tableaux suivants vont permettre d'analyser plus finement les réponses de Bérénice. Le premier thème traite des stratégies (tableau 45), il a été subdivisé en quatre catégories.

Tableau 45: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies¹⁰

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xx	xx		xxxx	xxxx		xxxx	xxxx		xxxxxx	xxxx		xxxxxx	xxx		xxxx	xx	
	Justifier son action	x	xx					x			x								
	Autoévaluation																		
	Autoprojection												xxx			xxx			xx

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

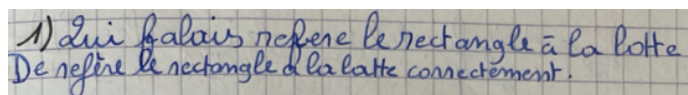
Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

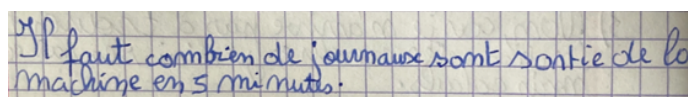
Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son autoprojection

Ce tableau montre que le nombre de réponses avant les tâches/exercices dans la catégorie "expliciter son **action**" n'a pas évolué. Dans ses réponses aux questions métacognitives avant les tâches/exercices, Bérénice évoque en premier lieu ce qu'elle a compris des tâches/exercices avant de préciser son objectif. Celui-ci est toujours en lien avec les tâches/exercices.



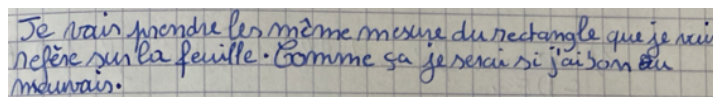
Exemple 10 : Objectif (S1 - Avant)



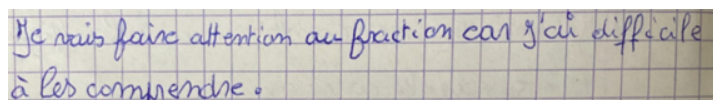
Exemple 11 : Objectif (S6 - Avant)

Ensuite, Bérénice répond aux questions de planification. Ses réponses sont généralement explicites et détaillées avec des données de l'énoncé (exemples 12 et 14). Cependant, en S4, ses réponses aux questions métacognitives sur la planification sont moins précises, elle utilise des mots comme "faire attention" sans donner de détail (exemple 13).

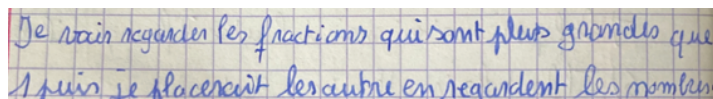
¹⁰ Ibid., 77.



Exemple 12: Planification (S1 - Avant)

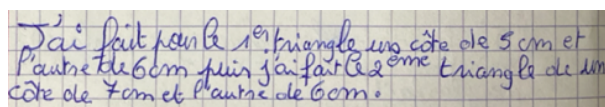


Exemple 13 : Planification (S4 - Avant)

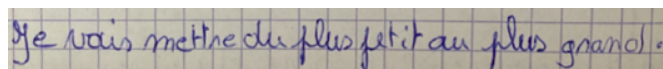


Exemple 14 : Planification (S6 - Avant)

Dans les réponses de Bérénice aux questions métacognitives, une diminution¹¹ du nombre d'actions explicitées pendant les tâches/exercices est constatée entre S4 (4 actions pour 3 séances) et S5 (1 action par séance). De plus, à partir de S4 (exemple 16), Bérénice ne répond plus aux questions métacognitives en formulant des réponses hiérarchisées contenant plusieurs actions, alors qu'elle le faisait avant (exemple 15).

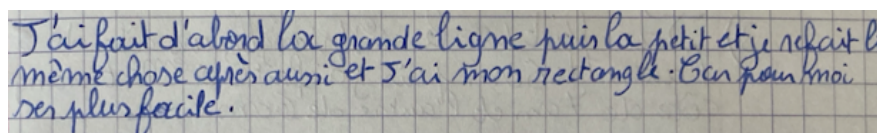


Exemple 15: Réponse hiérarchisée (S1 – Pendant)



Exemple 16: Réponse avec une seule action (S4 – Pendant)

La catégorie "**justifier son action**" est la moins représentée parmi les stratégies. Le peu de justifications présentes dans ses réponses aux questions métacognitives sont formulées à la fois avant et pendant les tâches/exercices. Les justifications qu'elle formule sont peu élaborées et concernent la vérification ainsi que la volonté de simplifier son travail. Bérénice ne justifie plus ses actions à partir de S5.

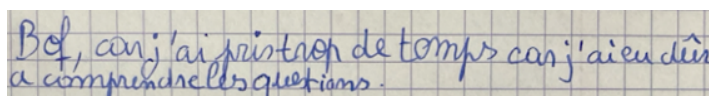


Exemple 17 : Justifier son action (S1 – Pendant)

¹¹ Nombre de réponses rapporté au nombre de leçons de la semaine.

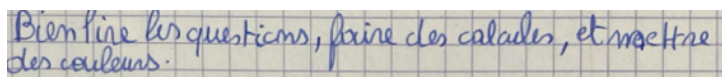
Suite à un problème technique, Bérénice n'a pas répondu aux questions métacognitives après les tâches/exercices en S1, S2 et S3. C'est pourquoi notre analyse des stratégies d'autoévaluation et d'autoprojection porte sur S4, S5 et S6.

Aucune évolution notable n'a été observée dans la catégorie "**autoévaluation**". Dans la plupart de ses réponses aux questions métacognitives (exemple 18), Bérénice évoque ne pas être satisfaite et fournit des raisons générales qui ne sont pas spécifiquement liées aux tâches/exercices ou à son objectif initial.



Exemple 18: Autoévaluation (S6 – Après)

La catégorie "**autoprojection**" ne laisse pas apparaître d'évolution dans les réponses de Bérénice aux questions métacognitives. Lorsqu'elle propose des stratégies pour une future tâche/exercice similaire, elle fait appel à des stratégies peu efficaces et peu spécifiques aux tâches/exercices (exemple 19) comme : mettre des couleurs, bien lire la question, calculer. Elle n'envisage pas de changer de stratégie.



Exemple 19: Autoprojection (S6 – Après)

Évolution des réponses écrites liées aux connaissances pendant les six semaines

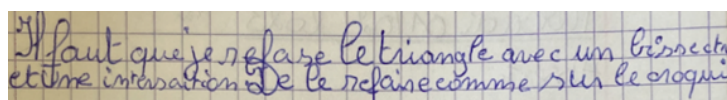
Le deuxième thème (tableau 46) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 46: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

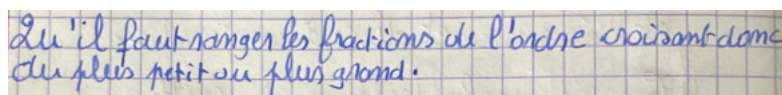
Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures				x						x			xx	x		xx	x	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques														x				

Bérénice fait appel, dans ses réponses aux questions métacognitives, à ses **connaissances** antérieures le plus souvent avant la réalisation des tâches/exercices. Ces connaissances sont essentiellement issues de la consigne (exemple 20) ou des connaissances mathématiques (exemple 21). Le nombre de réponses faisant référence

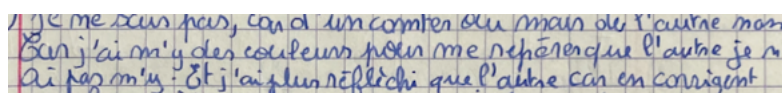
à des connaissances antérieures augmente à partir de S5 (4 réponses). Si les réponses liées à la discipline sont plus nombreuses à partir de ce moment-là, elles sont relativement similaires et peu détaillées. Ainsi, lors des deux dernières semaines, elle répète trois fois la même connaissance mathématique (faire les tables de multiplication). Elle ne fait qu'une seule fois référence aux connaissances relatives à une situation vécue, et cela s'est produit lors d'un exercice similaire à celui réalisé lors de la séance qui précède (exemple 22).



Exemple 20: Connaissance liée à la tâche/l'exercice (S2 – Avant)



Exemple 21: Connaissance liée à la discipline (S5 - Avant)



Exemple 22: Connaissance relative au vécu (S5 – Pendant)

Évolution des réponses écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 47) traite des **sentiments** et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 47: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité										xx	xxxx	xxx		xxxx	xx		xx	xxx
	Sécurité							x			x			x	xx	x	xx		

Lorsqu'elle répond aux questions métacognitives, Bérénice n'évoque pas ses sentiments durant les deux premières semaines. À partir de S4, le nombre de sentiments évoqués augmente subitement, représentant plus de 30% des réponses codées. Les réponses liées à l'insécurité (exemple 23) sont plus nombreuses (71% des sentiments) que celles liées à la sécurité (exemple 24) et ciblent principalement des difficultés de compréhension. Durant S4 et S5, les sentiments sont davantage présents dans les réponses pendant la réalisation des tâches/exercices.

Je ne sais pas trop car les formes sont un peu bizarres,
et l'énoncé est difficile à comprendre.

Exemple 23: Sentiment d'insécurité (S4 – Pendant)

Je vais faire un calcul écrit puis normalement
je trouverai la réponse.

Exemple 24: Sentiment de sécurité (S5 – Avant)

4.2.1.2 Analyse des traces de résolution des tâches complexes (TC) et des entretiens

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution de Bérénice lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 48 et 49) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 48 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 49 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 48: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des tâches complexes.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	9	3	10
	Justifier	0	0	1
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 49: Stratégies identifiées lors des entretiens.

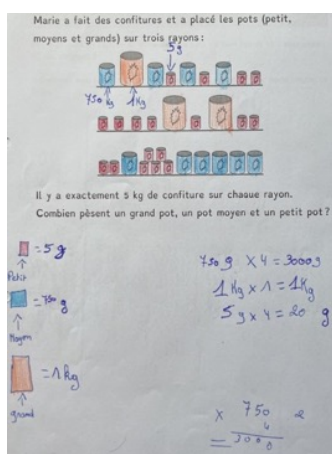
Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXX			XX		X	XX	
	Justifier son action		X	X					XX	
	Auto-évaluation			XX			XX			XX
	Aut-projection			XX			XX			X

Les traces relatives aux **actions** de Bérénice sont plus nombreuses sur les feuilles des TC1 (exemple 25) (9 traces) et TC3 (exemple 27) (10 traces) que sur la feuille de la TC2 (exemple 26) (3 traces). Pour la TC1 et la TC3, Bérénice utilise une légende, écrit des calculs avec les données de l'énoncé ou utilise des flèches. Dans la TC2, son action apparaît dans la réalisation d'un schéma et l'utilisation de celui-ci pour répartir les billes. Alors que pour les traces de réalisation écrites il y avait moins d'actions visibles pour la TC2 que pour la TC3, cette différence n'est pas observée dans les réponses orales de Bérénice durant les entretiens. L'observation du tableau 49 permet d'identifier que c'est lors de l'entretien 1 que Bérénice répond en explicitant le plus grand nombre d'actions. Elle a davantage réagi aux questions de relance lors de cet

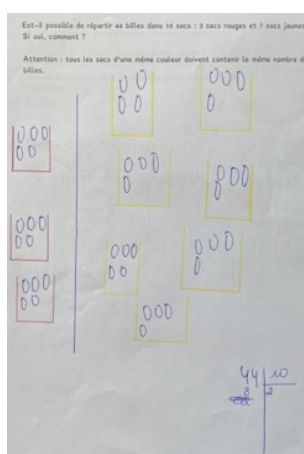
entretien. Si le nombre d'actions explicitées lors des entretiens n'augmente pas, la qualité des réponses progresse entre l'entretien 1 et l'entretien 3. Lors de l'entretien 3, pendant la tâche, ses réponses sont plus précises et davantage articulées à des données de l'énoncé.

« J'ai, j'ai. J'ai là ici, j'ai par exemple, là j'ai mis un kilo, là j'ai divisé puis après là, vu que c'était petit, ben j'ai mis 5. » (Entretien 1 – Pendant).

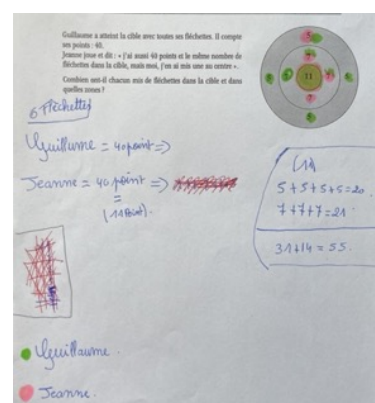
« Je regardais, je comptais. Pour Jeanne j'avais déjà 11, donc il fallait que je trouve pour faire 40. » (Entretien 3- Pendant).



Exemple 25: Tâche complexe 1 de Bérénice



Exemple 26: Tâche complexe 2 de Bérénice



Exemple 27: Tâche complexe 3 de Bérénice

Pour la TC3 (exemple 27), les deux flèches ($\Rightarrow$) sur la feuille de Bérénice ont été interprétées comme des traces de **justification**, justifiant que son calcul (barré) doit arriver à 40. Aucun autre indice de justification n'a été relevé sur les autres feuilles des tâches complexes. Dans les entretiens, les réponses de Bérénice contenant des justifications étaient également peu nombreuses. Nous en avons identifié lorsque Bérénice répond aux questions en évoquant ce qu'elle a fait pendant et après la tâche : « Enfin, il y a un moment, oui, parce que moi ça ne faisait pas 5 kilos sur une étagère, donc j'ai dû tout refaire » (Entretien 1 – Pendant). Cependant, ses justifications provenaient de questions de relance pour lesquelles le chercheur l'interrogeait en lui demandant « pourquoi ». Il ne s'agissait généralement pas de justifications qui s'articulaient à l'explicitation de son action.

Une réponse est présente sur la feuille de la TC3 de Bérénice, mais sa réponse n'est pas clairement indiquée. Pour autant, nous n'avons pas identifié d'élément sur ses feuilles qui permettent de conclure à une **autoévaluation** de Bérénice. Lorsqu'elle répond oralement aux questions lors des entretiens, Bérénice évalue positivement son travail lors des entretiens 1 et 2. Pour l'entretien 3, elle est plus nuancée et s'autoévalue à la fois positivement et négativement : « *Plus ou moins parce que j'ai pas su trouver tout* » (Entretien 3 – Après). La justification de ses autoévaluations diffère entre l'entretien 1 et les entretiens 2 et 3. Pour l'entretien 1, Bérénice se justifie de manière peu précise : « *Oui [...] Parce que je me suis plus ou moins sorti* » (Entretien 1 – Après). Alors que pour les entretiens 2 et 3, elle justifie son autoévaluation par rapport à la consigne : « *Oui quand même [...] j'ai remarqué qu'on savait pas diviser 44 billets en parts égales* » (Entretien 2 – Après). « *Plus ou moins parce que j'ai pas su trouver tout. [...] Il me manquait trois points chacun.* » (Entretien 3 – Après). Lors de l'entretien 3, Bérénice est moins confiante par rapport à sa solution, mais aussi plus pertinente dans l'analyse de sa réponse.

Aucune trace d'autoprojection n'a pu être identifiée sur les résolutions écrites des trois tâches complexes de Bérénice. Par contre, elle se montre capable de répondre oralement aux questions d'autoprojection lors des entretiens. Elle cite davantage d'éléments d'**autoprojection** lors des entretiens 1 et 2 que pour l'entretien 3, mais elle ne propose de changer de stratégie que lors de l'entretien 1. « *Je laisserais toujours mes couleurs et mon schéma, mais mes , mes calculs je les changerais peut-être.* » (Entretien 1 – Après). « *Mieux regarder comment on met [...], bein par exemple les billets je mettais 1, 1, 1 à chaque fois, puis après 2, 2, 2.* » » (Entretien 2 – Après).

Cependant, les stratégies qu'elle propose sont toutes relativement peu efficaces et peu spécifiques à la tâche : « *Déjà bien regarder, bien relire mes questions et correctement recalculer* » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 50 et 51) traite des **connaissances** et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 50 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le

tableau 51 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 50: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des tâches complexes.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	3	5	2

Tableau 51: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures		X					X	X	
	Issues de tâches antérieurs identifiées									
	comme identiques									

Sur les feuilles des trois tâches complexes, Bérénice utilise des connaissances issues de l'énoncé. Pour les TC1 et TC3, elle fait apparaître ces connaissances sous forme de nombres et de mots issus de l'énoncé (exemples 25 et 27), tandis que pour la TC2 (exemple 26), elle réalise un schéma avec les informations qui lui sont données sur la tâche. Les connaissances antérieures liées à la discipline prennent la forme d'un calcul écrit pour les TC1 et TC2.

Lors des entretiens, Bérénice évoque peu de connaissances antérieures lorsqu'on l'interroge. Pour l'entretien 1, il s'agit de connaissances sur elles même : « *Parce que moi, j'ai une mémoire visuelle* » (Entretien 1 – Pendant). Lors de l'entretien 3, elle fait uniquement référence à des connaissances liées à la consigne : « *Et Jeanne avait 40 points. Mais elle, elle avait été au centre, donc elle avait déjà onze points. Donc il fallait déjà que je trouve le reste pour savoir combien elle avait.* » (Entretien 3 – Avant)

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 52 et 53) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 52 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 53 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 52: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des tâches complexes.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 53 : Sentiments identifiés lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité								X	
	Sécurité					X	X			

Aucune trace de **sentiment** n'a été identifiée sur les feuilles des TC1 et 2 de Bérénice. Cependant, lors de la TC3, elle a barré deux propositions de solution, ce qui suggère qu'elle a peut-être ressenti une certaine insécurité. Cette observation est confirmée lors de l'entretien 3, où elle répond aux questions du chercheur en expliquant le motif derrière le fait d'avoir barré ses calculs : « *Parce que j'avais faux dans mon calcul [...] j'ai eu dur [...] pour calculer parce qu'à chaque fois j'avais un ou deux points en trop.* » (Entretien 3 – Pendant). Contrairement à l'entretien 3 où Bérénice éprouve des sentiments d'insécurité et remet en doute ses calculs, lors de l'entretien 2 elle est en confiance par rapport à sa démarche, alors que son raisonnement est erroné : « *Au début ça allait et vers la fin j'ai compris qu'on savait pas les répartir en...* » (Entretien 2 – Pendant).

4.2.1.3 Synthèse du portrait de Bérénice

Traces écrites à l'entraînement

L'analyse des données de Bérénice permet d'observer une diminution des **actions** explicitées lorsqu'elle répond aux questions métacognitives de l'enseignant. Cette diminution est surtout visible pendant la réalisation des tâches/exercices à partir de S4. Bérénice formule peu de justifications de son action, elle se **justifie** avant et pendant la réalisation des tâches/exercices. À partir de S4, lorsque Bérénice répond aux questions d'**autoévaluation**, elle est le plus souvent insatisfaite de son travail. Les stratégies d'**autoprojection** évoquées dans les réponses de Bérénice n'ont pas évolué, ce sont généralement des stratégies peu spécifiques aux tâches/exercices et peu efficaces. Dans ses réponses, Bérénice utilise davantage de **connaissances** antérieures pour étayer ses propos à partir de S5, que ce soit des données de la consigne ou des connaissances liées à la discipline. Les connaissances sont le plus souvent mobilisées avant les tâches/exercices. L'évolution la plus marquante chez Bérénice concerne les **sentiments** évoqués dans ses réponses. Cette augmentation est observée à partir de S4. Ces sentiments sont le plus souvent notés pendant les tâches/exercices.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les traces écrites lors de la réalisation des tâches complexes ne permettent pas d'identifier d'évolution des **actions** entreprises par Bérénice. Nous n'avons identifié qu'une trace de **justification** sous forme de flèche pour la TC3 et pas de trace d'autoévaluation ou d'autoprojection sur les feuilles de Bérénice. Nous constatons que sur les feuilles de toutes les tâches complexes, Bérénice utilise des **connaissances** provenant de la consigne. Il n'y a pas de trace de **sentiment** sur les feuilles des tâches complexes de Bérénice.

Réponses orales lors des entretiens

L'analyse des entretiens de Bérénice permet d'observer une diminution des **actions** explicitées entre l'entretien 1 et les entretiens 2 et 3 lorsqu'elle répond aux questions du chercheur. Cependant, les actions explicitées lors de l'entretien 3 sont plus précises que pour les entretiens précédents. Si Bérénice est capable de **justifier** des actions dès le premier entretien, nous ne constatons pas de changement au fil des entretiens. Lors des deux premiers entretiens, Bérénice **autoévalue** positivement son travail. Entre l'entretien 1 et 3, elle passe d'une autoévaluation de son investissement à une évaluation relative à l'objectif. Lors de l'entretien 3, son autoévaluation est plus précise, plus nuancée et plus pertinente. Lorsque Bérénice répond aux questions d'**autoprojection**, ce sont des stratégies peu efficaces et peu spécifiques à la tâche. Elle évoque peu de **connaissances** dans ses réponses, le plus souvent pendant la tâche et davantage lors de l'entretien 3 que lors des entretiens 1 et 2. Bérénice évoque des **sentiments** de sécurité lors de l'entretien 2 et un sentiment d'insécurité lors de l'entretien 3.

En résumé, nous pouvons identifier une diminution des actions explicitées à l'écrit par Bérénice, élève de niveau bas en mathématiques, lorsqu'elle répond aux sollicitations métacognitives régulières de l'enseignant, mais aussi dans ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes utilisées comme tâche de contrôle. Bérénice justifie peu ses actions à l'écrit, quel que soit le type de questionnement, et aucun changement dans sa capacité à se justifier à l'écrit n'est identifié. Au fil des six semaines de sollicitations métacognitives régulières,

Bérénice exprime généralement son insatisfaction par écrit sans faire de lien direct avec les tâches/exercices (e.g. « j'ai pris trop de temps»). Les réponses de Bérénice concernant les stratégies d'autoprojection ne montrent aucune évolution dans ses réponses écrites aux questions métacognitives régulières. Les stratégies évoquées par écrit sont généralement peu efficaces pour résoudre la tâche/l'exercice (e.g. "bien lire", "mettre des couleurs"). Elle ne laisse pas de trace écrite d'autoprojection sur les feuilles des tâches complexes.

Bérénice répond davantage aux sollicitations métacognitives régulières en écrivant des connaissances vers la fin de la semaine 3/6, principalement avant les tâches/exercices. Il est cependant important de noter que lors de tâches de contrôle, ses productions écrites contiennent des connaissances dès la première semaine d'expérimentation. Ainsi, il est possible de considérer que la mobilisation des connaissances n'a pas augmenté, mais que Bérénice a progressé dans sa capacité à les utiliser lorsqu'elle répond aux questions métacognitives par écrit.

De plus, Bérénice note davantage de sentiments dans ses réponses aux sollicitations métacognitives régulières à partir de la semaine 4/6, particulièrement pendant les tâches/exercices. Un sentiment est exprimé dans ses réponses écrites pour les temps métacognitifs avant et pendant ¹² les tâches/exercices en semaine 3/6 alors que 7 sentiments sont identifiés pour les mêmes temps métacognitifs en semaine 4/6. Aucun sentiment n'est présent dans ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes.

Outre les sollicitations régulières à l'écrit et les tâches complexes ponctuelles, le chercheur a réalisé trois entretiens à l'oral pour que Bérénice commente la réalisation des tâches complexes. Lors de ces entretiens oraux, Bérénice justifie peu les actions réalisées sur les feuilles. Par contre, lors des deux premiers entretiens en semaine 1/6 et 3/6, elle exprime oralement une satisfaction par rapport à son travail mais cela n'apparaît pas sur les documents. Ce n'est qu'au dernier entretien en semaine 6/6, qu'elle est en mesure de justifier oralement son

¹² Pour rappel, durant les trois premières semaines, Bérénice n'a pas été interrogée après la réalisation des tâches/exercices lors des sollicitations métacognitives régulières. C'est pourquoi nous ne comparons ici que les temps métacognitifs "avant" et "pendant".

autoévaluation en établissant des liens avec l'objectif de la tâche, ce qu'elle n'est pas en mesure de faire par écrit à ce moment de l'expérimentation. Aucun sentiment n'est présent dans ses réponses orales lors des entretiens.

4.2.2 Portrait de Manon

Pour rappel, Manon a 13 ans, c'est une élève dont la moyenne des scores en mathématiques est comprise entre le premier et le troisième quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Elle est classée dans la catégorie " moyen " en termes de niveau scolaire en mathématiques. Manon a suivi un parcours scolaire sans redoublement, elle n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.2.2.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 54 présente la distribution et l'évolution des réponses de Manon aux sollicitations métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 54: Évolution de la répartition des réponses de Manon lors de l'entraînement¹³

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	83,3%			100,0%			90,0%			88,2%			72,0%			61,5%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	11,1%			0,0%			0,0%			5,9%			8,0%			7,7%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	5,6%			0,0%			10,0%			5,9%			20,0%			30,8%		
	Sécurité																		

Pour chaque semaine d'entraînement, Manon a le plus souvent répondu aux questions métacognitives en se référant à des stratégies. Cependant, une évolution de la répartition des réponses est constatée à partir de S3. À ce moment, la proportion des réponses sur les stratégies diminue de manière continue de S3 (90% des réponses) à S6 (61,5% des réponses). Une légère augmentation des réponses aux questions faisant appel aux connaissances est observée de S3 (0% des réponses) à S6 (7,7% des

¹³ Suite à un problème technique, les élèves de la modalité à l'écrit n'ont pas répondu aux questions métacognitives après la tâche durant les trois premières semaines.

réponses). La part de réponses aux questions métacognitives faisant référence à des sentiments augmente également entre S3 (5,3% des réponses) et S6 (30,8% des réponses), mais pas de manière continue. Entre S3 (10% des réponses) et S4 (5,9% des réponses), nous observons une diminution des sentiments dans les réponses de Manon, ensuite une augmentation est observée jusqu'en S6 (30,8%). Chacun des thèmes va être discuté ci-dessous en illustrant les propos avec des exemples de verbatims.

Évolution des réponses écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 23 présente la répartition des réponses écrites de Manon selon les semaines, les catégories et le temps métacognitif. Ces réponses entrent dans la thématique "stratégies".

Tableau 55: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies¹⁴

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xgogogx	gogogogx		xxxxg	gogox		xxxxx	gogx		xxxxxxx	xx		xxxxxxx	xx	xxxxx	xx	xx	
	Justifier son action		xxx			xx			xx			x							
	Auto-évaluation											xxx				xxx			xx
	Aut-projection											xxx				xxx			xx

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / g → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son autoprojection

Lorsque Manon évoque des stratégies, avant, pendant et après les tâches/exercices, ses réponses se classent en quatre catégories. La première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Manon exprime ses actions de plusieurs manières et à différents moments.

C'est avant de réaliser les tâches/exercices que Manon répond avec le plus grand nombre d'actions, représentant 55% des actions explicitées au cours des six semaines. Après S3, lorsqu'elle est interrogée sur son objectif, Manon formule une seule phrase (exemple 30) au lieu de deux (exemples 28 et 29).

¹⁴ Ibid.

1) JP faut reconstruire le rectangle avec des instruments de mesure. Bien construire mon rectangle.

Exemple 28: Expliciter son action (S1 - Avant)

Je dois calculer la réaction pour la gravimétrie. Calculer la réaction de la gravimétrie.

Exemple 29: Expliciter son action (S3 - Avant)

JP faut dire si les tableaux sont proportionnels supos.

Exemple 30: Expliciter son action (S6 - Avant)

Ensuite, lorsque Manon est interrogée sur son plan de résolution, elle détaille les actions qu'elle prévoit d'entreprendre pour réaliser les tâches/exercices. Durant S1 et S2, ses réponses présentent une structure hiérarchisée (exemple 31), suivant un ordre logique avec plusieurs actions successives. Cependant, les réponses ultérieures sont plus courtes et ne contiennent que des actions simples (exemples 32 et 33).

2) Je vais prendre mon crayon et mon équerre et je vais tracer un angle droit. Je vais tracer une perpendiculaire de 9cm et une perpendiculaire de 4cm et regarder si tous mes angles sont droits.

Exemple 31 : Planification hiérarchisée (S1 - Avant)

JP faut que je transforme tous en unités

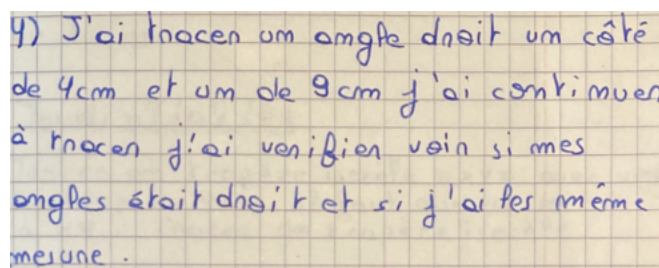
Exemple 32 : Planification (S3 - Avant)

Calculer si je suis dans tous x quelque chose.

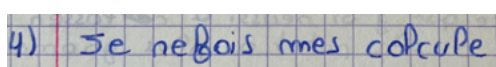
Exemple 33: Planification (S6 - Avant)

Pendant l'exécution des tâches/exercices, lorsque Manon est invitée à expliquer ce qu'elle fait ou prévoit de faire, elle donne parfois des explications sous forme d'actions simples et parfois sous forme d'actions multiples (exemple 34) de S1 à S3. Cependant, par la suite, elle ne répond qu'avec des actions simples (exemple 35) de S4 à S6. De plus, ses réponses sont davantage liées aux tâches/exercices au cours des trois premières semaines que par la suite. Au fil des six semaines, lorsqu'elle répond aux

questions métacognitives, le nombre d'actions décrites pendant les tâches/exercices diminue, passant de 6 en S1 à 2 en S6.



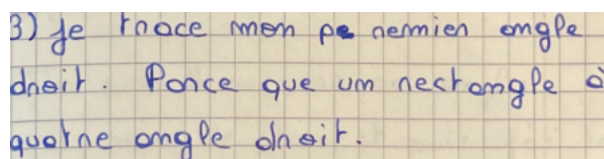
Exemple 34 : Explicitation de son action de manière hiérarchisée (S1 – Pendant)



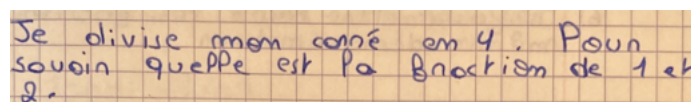
Exemple 35 : Action simple (S5 – Pendant)

L'analyse des réponses de Manon dans la catégorie "expliciter ses actions" révèle une diminution de la fréquence de ses réponses pendant les tâches/exercices et une diminution du niveau de détail qu'elle apporte lorsqu'elle est interrogée à la fois avant et pendant la réalisation des tâches/exercices.

La catégorie "**justifier son action**" est la moins représentée parmi les stratégies présentes dans les réponses de Manon. Si elle justifie son action quand elle répond aux questions, elle le fait uniquement pendant les tâches/exercices, ce qui se produit de S1 à S4 (exemples 36 et 37). Les justifications qu'elle formule dans ses réponses aux questions diminuent au fil des semaines : S1 (3 réponses), S2 (2 réponses), S3 (2 réponses), S4 (1 réponse).



Exemple 36 : Justification (S1 - Pendant)



Exemple 37: Justification (S3 - Pendant)

Suite à un problème technique, Manon n'a pas répondu aux questions métacognitives après les tâches/exercices pendant S1, S2 et S3. C'est pourquoi notre analyse des stratégies d'autoévaluation et d'autoprojection porte sur S4, S5 et S6.

Lors de la première séance de S4, après la réalisation des tâches/exercices, Manon ne parvient pas à répondre à la question d'**autoévaluation**. Lors des deux autres séances de S4, elle note « oui » dans son cahier lorsqu'on lui demande si elle est satisfaite de son travail, mais ne justifie pas ses réponses. Par contre, durant S5 et S6, elle répond aux questions d'autoévaluation et donne toujours une justification (exemples 38 et 39). En S5, les justifications sont en lien avec les objectifs qu'elle s'est fixés avant les tâches/exercices. Ensuite, en S6, les justifications sont moins précises et concernent le fait d'être arrivée à réaliser l'exercice ou d'avoir répondu à toutes les questions. Il a donc fallu trois séances avant que Manon réponde en justifiant ses autoévaluations, d'abord en lien avec les objectifs et puis de manière moins précise.

Exemple 38 : Autoévaluation en lien avec l'objectif (S5 – Après)

Exemple 39 : Autoévaluation peu détaillée (S6 – Après)

Comme pour la catégorie précédente, les réponses aux questions d'**autoprojection** sont analysées pour S4, S5 et S6. Durant ces trois semaines, quand elle répond aux questions d'autoprojection, Manon note des stratégies efficaces pour résoudre les tâches/exercices mais elle n'évoque pas de changer de stratégie (exemples 40, 41 et 42).

Exemple 40: Autoprojection (S4 - Après)

Exemple 41: Autoprojection (S5 - Après)

Exemple 42: Autoprojection (S6 - Après)

Évolution des réponses écrites liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 24) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 56 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures	x	x								x			x			x		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		

Lorsqu'elle répond aux questions métacognitives, Manon évoque des **connaissances** issues de la consigne en S1 (exemple 43) et ne le fait pas en S2 et S3. En S4, S5 et S6, les connaissances qu'elle évoque dans ses réponses sont relatives à la discipline. Par exemple elle rappelle la règle pour calculer un pourcentage (exemple 44). Le plus souvent, lorsque Manon répond aux questions avec des connaissances antérieures, cela se passe avant les tâches/exercices (50% des connaissances évoquées).

Exemple 43: Connaissance (S1 - Avant)

Exemple 44: Connaissances (S5 - Après)

Quand elle répond aux questions, Manon ne fait pas appel à des connaissances issues de son expérience. Nous pouvons donc dire que Manon répond le plus souvent en faisant référence à des connaissances issues de la discipline et ces connaissances sont principalement mobilisées avant les tâches/exercices.

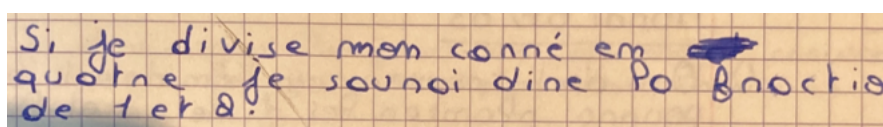
Évolution des réponses écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 57) traite des **sentiments** et a été subdivisé en deux catégories

Tableau 57: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

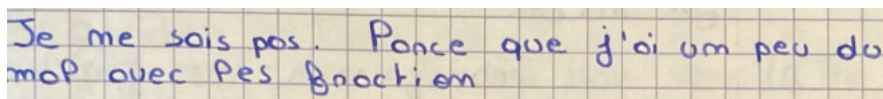
Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité										x				xx				
	Sécurité		x					x							xxx		xx	xx	

Dans ses réponses aux questions métacognitives, Manon évoque des sentiments durant les six semaines d'entraînement à l'exception de S2. Au cours des quatre premières semaines, elle exprime des sentiments dans ses réponses uniquement pendant les tâches/exercices (exemple 45). Manon note par exemple des sentiments de sécurité par rapport à sa capacité à réussir l'exercice et elle en explique les raisons avec des détails liés à la tâche/l'exercice (exemple 45):

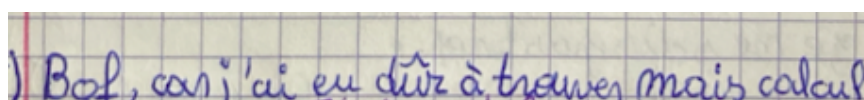


Exemple 45 : Sentiment (S3 - Pendant)

Elle évoque des sentiments dans ses réponses à trois reprises de S1 à S4, alors qu'elle exprime des sentiments dans ses réponses à 9 reprises de S5 à S6. Une augmentation des sentiments exprimés dans ses réponses apparaît donc entre S4 et S5. C'est aussi à partir de S5 que des sentiments apparaissent pour la première fois dans ses réponses après les tâches/exercices (exemple 47).



Exemple 46 : (S5 - Pendant)



Exemple 47 : (S5 - Après)

4.2.2.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution de Manon lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci. Manon n'a pu participer à l'entretien après la TC1, nous ne mentionnons donc que les entretiens 2 et 3. Bien qu'il n'y ait eu que deux entretiens, pour faciliter la lecture, nous parlons tout de même d'entretien 3 pour désigner l'entretien à propos de la TC3.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 58 et 59) traite des **stratégies** et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 58 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 59 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 58: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des tâches complexes.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	4	1	5
	Justifier	2	0	1
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 59 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action				X	XX		XXX	XXX	
	Justifier son action					X			XXX	
	Auto-évaluation						X			X
	Aut-projection						XX			XX

Le tableau 58 nous permet d'observer une diminution des traces écrites liées aux stratégies entre la TC1 (6 traces) et la TC2 (1 trace). Ensuite, nous observons une augmentation des traces de stratégies entre la TC2 et la TC3 (6 traces).

Les traces écrites d'**actions** sont les plus nombreuses pour la TC1 (exemple 48) (4 actions). Lors de cette tâche, Manon note ses estimations, explique par une phrase un lien entre les données (deux pots peuvent avoir la même quantité), écrit un calcul pour vérifier que son estimation respecte les données de l'énoncé, ce calcul est commenté par des mots. Lors de la TC2 (exemple 49), les actions visibles sur la feuille sont moins nombreuses. Nous relevons uniquement la présence d'un schéma et des marques sur celui-ci. Pour la TC3 (exemple 50), les traces écrites de son action sont plus nombreuses et plus diversifiées que pour la TC2. Manon note des calculs pour vérifier son raisonnement, délimite deux zones de réflexion et entoure ses réponses.

Marie a fait des confitures et a placé les pots (petit, moyens et grands) sur trois rayons:

Il y a exactement 5 kg de confiture sur chaque rayon.
Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit pot ?

grand pot 3kg
moyen pot 1kg
petit pot 1kg

→ 10 pots 3 ou 10 pots 1 même quantité de confiture dans les 2 pots.

1 moyen : (0,5 kg x 4) + (0,5 x 4) + 3kg = 5kg
2 moyen :

3 moyen :

Exemple 48: Tâche complexe 1 de Manon

Est-il possible de répartir 44 billes dans 10 sacs : 3 sacs rouges et 7 sacs jaunes. Si oui, comment ?

Attention : tous les sacs d'une même couleur doivent contenir le même nombre de billes.

44 :

Exemple 49: Tâche complexe 2 de Manon

Guillaume a atteint la cible avec toutes ses fléchettes. Il compte ses points : 68.
Jeanne joue et dit : « J'ai aussi 40 points et le même nombre de fléchettes dans la cible, mais moi, j'en ai mis une au centre ».

Combien ont-ils chacun mis de fléchettes dans la cible et dans quelles zones ?

5x3 = 15 15+11 = 26
7x2 = 14 26+14 = 40 ✓
Somme :

11 + 5 + 5 + 7 + 7 + 5 = 40
6 fléchettes 1x doms Pes 11
3x doms Pes 5
2x doms Pes 7

Guillaume : 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 5 = 40
6 fléchettes
5x doms Pes 7
1x doms Pes 5

7x5 = 35 35+5 = 40 ✓

Exemple 50: Tâche complexe 3 de Manon

L'analyse des entretiens permet de constater que Manon répond aux questions en détaillant davantage l'objectif, qu'elle s'est fixé avant la résolution de la tâche, lors de l'entretien 3 que lors de l'entretien 2: « C'est d'arriver à tout répartir. » (Entretien 2 - Avant). « J'avais compris qu'il fallait trouver combien Jeanne avait mis de fléchettes parce qu'elle en a mis une au centre. Et combien Guillaume aussi avait mis de fléchettes. » (Entretien 3 – Avant).

Les réponses de Manon concernant la planification sont plus détaillées lors de l'entretien 3 par rapport à l'entretien 2. Néanmoins, la planification de Manon lors de l'entretien 3 ne contient pas d'étapes de résolution, mais plutôt des éléments auxquels elle estime devoir être attentive avant de commencer la tâche : « Bein qu'il fallait que je divise 44 en 7 et en 3. » (Entretien 2 – Avant). « J'avais un peu compris parce que je savais qu'il fallait pas mettre onze points à Guillaume et plutôt à Jeanne onze points déjà, calculer en plus des autres points. » (Entretien 3 – Après).

Quand elle évoque ce qu'elle a fait pendant la tâche dans ses réponses, Manon explicite ses actions de manière plus détaillée lors de l'entretien 3 que pendant l'entretien 2 : « J'ai calculé le nombre de billes que j'avais dans chaque sac. » (Entretien 2 – Expliciter son action - Pendant).

« Bein j'avais additionné tout et comme ça je savais bien que j'avais 40, j'ai fait cinq fois trois et ça fait quinze, sept fois deux, ça fait quatorze et j'ai tout additionné comme ça, ça fait bien 40. » (Entretien 3 – Expliciter son action - Pendant).

Sur la feuille de la TC1 (exemple 48), Manon **justifie** ses estimations par une phrase et utilise une flèche pour relier ses estimations et sa phrase. Il n'y a pas de trace de justification sur la feuille de la TC2 (exemple 49). Pour la TC3 (exemple 50), Manon justifie ses réponses par des calculs.

Lors de l'entretien 2, Manon justifie une fois son action à la demande explicite du chercheur. Lors de cet entretien, il faut donc que le chercheur lui demande de justifier pour qu'elle le fasse. Ainsi lors de l'entretien 2, Manon explique à la demande du chercheur, pourquoi le nombre de billes dans tous les sacs est le bon : « *Parce que ça faisait 44 billes.* » (Entretien 2 – Pendant). Lors de l'entretien 3, lorsque le chercheur lui pose des questions métacognitives, Manon justifie ses actions sans que le chercheur ne lui demande : « *Heu, bein j'ai compté le nombre de points que j'avais mis et je, j'ai laissé ça pour, parce que je voyais juste qu'il avait mis six fléchettes.* » (Entretien 3 – Pendant).

Pour chaque tâche complexe, une réponse est présente sur les feuilles de Manon, mais ces réponses ne sont pas clairement indiquées. Pour autant, nous n'avons pas identifié d'élément sur ses feuilles qui permettent de conclure à une **autoévaluation**. Lors de l'entretien 2, Manon répond qu'elle est satisfaite de son travail et le justifie: « *Bein j'étais contente d'avoir réussi à faire avoir divisé en petits sacs les 44 billes.* » (Entretien 2 – Autoévaluation – Après). Lors de l'entretien 3, elle est également satisfaite d'avoir trouvé la solution, mais elle ajoute que la vitesse à laquelle elle a trouvé la réponse fait partie de sa satisfaction. « *Oui, parce que j'ai réussi à faire l'exercice, à trouver le nombre de points total, donc 40 tout de suite sans devoir refaire le calcul.* » (Entretien 3 – Autoévaluation – Après)

Aucune trace d'**autoprojection** n'est présente sur les feuilles de Manon, nous nous contentons des entretiens. Manon formule des stratégies à conserver, lors des entretiens 2 et 3, elle est assez précise et elle détaille des stratégies efficaces pour la résolution de la tâche :

« *Diviser le nombre par ce qu'on demande. Par exemple 44, du coup en 10. Comme ça, on sait combien de billes déjà ça fait* » (Entretien 2 – Après).

« Et d'additionner et de recommencer jusqu'à ce qu'on ait le bon nombre total et de bien lire la consigne parce que les onze points c'est important. » (Entretien 3 – Après).

Dans ses réponses lors des entretiens 2 et 3, Manon ne formule pas de nouvelles stratégies à mettre en œuvre ou des stratégies à modifier.

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 60 et 61) traite des **connaissances** et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 60 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 61 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 60: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	1	4	4

Tableau 61: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures						X	X	XX	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

En termes de connaissances, toutes les résolutions écrites des TC de Manon contiennent des éléments de l'énoncé, mais les connaissances sur les feuilles sont plus nombreuses pour les TC2 (4 traces) et TC3 (4 traces) que pour la TC1 (1 trace). Lors de la TC1, elle utilise des mots issus de la consigne pour expliquer ses calculs. Pour la TC2 plusieurs connaissances provenant de la consigne lui permettent de réaliser son schéma (nombre de sacs, nombres de billes, etc.). Pour la TC3, les connaissances antérieures prennent la forme de valeurs numériques ou de mots provenant de l'énoncé.

Lors de l'entretien 2, lorsque Manon répond aux questions, elle ne mobilise qu'une seule connaissance, après la tâche. Elle reste toutefois peu précise sur la connaissance mobilisée, sa réponse ne nous permet pas d'identifier le calcul qu'elle effectue: « Diviser le nombre par ce qu'on demande ». (Entretien 2 – Après). Lors de l'entretien 3, lorsqu'elle répond aux questions, elle mobilise des connaissances pour évoquer ce qu'elle a réalisé avant et pendant la tâche : « Et Jeanne avait 40 points. Mais elle, elle avait été au centre, donc elle avait déjà onze points. » (Entretien 3 – Avant). « Et

combien Guillaume aussi avait mis de fléchettes. Mais lui, il n'en avait pas mis au centre ». (Entretien 3 – Pendant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 62 et 63) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 62 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 63 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 62: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 63 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité								X	
	Sécurité								XXX	

Concernant les **sentiments**, les feuilles des tâches complexes ne permettent pas d'en identifier. Lors de l'entretien 2, Manon n'évoque pas de sentiment. Par contre, elle exprime plusieurs sentiments de sécurité (4 réponses) et un sentiment d'insécurité lors de l'entretien 3 pour expliquer ce qu'il s'est passé pendant la tâche : « *Bein j'avais additionné tout et comme ça je savais bien que j'avais 40 [...].* » (Entretien 3 – Sentiment – Pendant).

4.2.2.3 Synthèse du portrait de Manon

Traces écrites à l'entraînement

Les résultats indiquent que la proportion de stratégies métacognitives dans les réponses de Manon, lors de l'entraînement, est en baisse entre la S1 et S6. Cette diminution de la proportion de stratégie s'explique par une augmentation des réponses liées aux thèmes connaissances et sentiments. Plus précisément, l'analyse des catégories de réponses permet de constater que le nombre de réponses se classant dans la catégorie "explicitier son **action**", pendant les tâches/exercices, diminue lors de l'entraînement. Les traces de **justification** diminuent également au fil des semaines. Lorsqu'elle répond aux questions par écrit, Manon sait s'**autoévaluer** à partir de S4. Néanmoins

elle ne justifie son autoévaluation qu'à partir de S5. En S5, son autoévaluation est plus explicite qu'en S6. En ce qui concerne l'**autoprojection**, il n'y a pas d'évolution dans ses réponses à l'entraînement. Manon donne des réponses dans lesquelles elle explicite des stratégies efficaces qui l'ont aidée à réaliser les tâches/exercices, mais elle n'évoque jamais de stratégie à modifier.

Pour le thème des **connaissances**, nous constatons que Manon en évoque davantage à partir de S4 que les semaines qui précèdent. Les connaissances, dans ses réponses écrites lors de l'entraînement, sont le plus souvent évoquées avant les tâches/exercices. Les connaissances qu'elle mobilise sont généralement des connaissances liées à la discipline.

Les **sentiments** exprimés par Manon sont en augmentation lors des entraînements à partir de S5. Ses sentiments sont uniquement évoqués pendant et après les tâches/exercices et le plus souvent des sentiments de sécurité.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les résolutions écrites de Manon, pour ses trois tâches complexes, permettent d'observer un plus grand nombre de traces d'**actions** pour la TC3 (5 traces) que pour les TC1 (4 traces) et TC2 (1 trace). Lorsque Manon **justifie** ses actions, elle le fait en écrivant une phrase pour la TC1, ne se justifie pas pour la TC2 et utilise des calculs pour la TC3. En termes de **connaissances** mobilisées, les résolutions écrites contiennent davantage de connaissances sur les feuilles des TC2 et TC3 que sur la feuille de TC1. Il n'y a pas de trace de **sentiment** sur les feuilles de Manon.

Réponses orales lors des entretiens

Les réponses orales lors des entretiens permettent d'observer que Manon formule davantage de stratégies lors de l'entretien 3 par rapport à l'entretien 2. Cette augmentation s'observe plus précisément pour l'explicitation de ses **actions** avant et pendant la tâche ainsi que pour les **justifications de ses actions**. Alors que Manon ne laisse pas de trace d'**autoévaluation** sur les feuilles des tâches complexes, lorsqu'elle répond aux questions, elle justifie sa satisfaction lors des entretiens 2 et 3. Ce qui

montre qu'oralement et quand des questions lui sont posées, elle sait s'autoévaluer. En ce qui concerne l'**autoprojection**, si Manon ne laisse pas apparaître ce type de stratégie sur ses feuilles, elle donne des réponses lors des entretiens. Durant ceux-ci, elle explicite les stratégies qui l'ont aidée à réaliser la tâche. Manon n'évoque pas, dans ses réponses lors des entretiens, de stratégies à modifier.

Pour le thème des **connaissances**, celles-ci sont plus détaillées et plus nombreuses dans les réponses de Manon lors de l'entretien 3 que lors de l'entretien 2. Elle les formule avant et pendant la tâche lors de l'entretien 3 alors qu'elle le fait après la tâche lors de l'entretien 2.

Alors que nous n'avons pas identifié de **sentiment** sur les feuilles de Manon, ses réponses lors de l'entretien 3 contiennent davantage de sentiments que lors de l'entretien 2. Ces sentiments sont uniquement exprimés pendant et après les tâches et le plus souvent des sentiments de sécurité.

En résumé, le nombre, le niveau de détail et la justification des actions explicitées dans les réponses écrites de Manon, élève de niveau moyen en mathématiques, diminuent au fil des semaines, lorsqu'elle est sollicitée avec des questions métacognitives régulières. Par contre, le nombre d'actions écrites sur les feuilles des tâches complexes, utilisées comme tâche de contrôle, augmente légèrement entre la semaine 1/6 et la semaine 6/6. Ensuite, lors des sollicitations régulières, alors que Manon est capable d'évaluer ses stratégies par écrit en explicitant celles qui l'ont aidée, elle ne note jamais la nécessité de les modifier.

L'analyse des réponses écrites de Manon montre qu'elle note davantage de connaissances dans ses réponses aux questions métacognitives de l'enseignant après la troisième semaine sur les six semaines d'expérimentation. Le nombre de connaissances est également en augmentation dans les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes.

Enfin, une évolution importante est observée en termes de sentiments présents dans ses réponses écrites lors des sollicitations métacognitives régulières, passant de 1 sentiment en semaine 4/6 à 5 sentiments en semaine 5/6. Ces sentiments sont

notés dans ses réponses uniquement pendant et après les tâches/exercices proposés par l'enseignant. Par contre, aucun sentiment n'est présent dans les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes.

Outre les sollicitations régulières à l'écrit et les tâches complexes ponctuelles encadrées par l'enseignant, le chercheur a réalisé trois entretiens à l'oral pour que Manon commente la réalisation des tâches complexes. Lors de ces entretiens avec le chercheur, le nombre d'actions explicitées oralement est en augmentation entre le deuxième entretien en semaine 3/6 et le troisième entretien en semaine 6/6. Le nombre de justifications orales est également en augmentation au fil des entretiens alors que ça n'apparaît pas dans ses traces écrites des tâches de contrôle. Alors qu'aucun sentiment n'est écrit sur les feuilles des tâches complexes, Manon en évoque davantage oralement lors du troisième entretien en semaine 6/6 que pour les entretiens précédents.

4.2.3 Portrait d'Héloïse

Pour rappel, Héloïse, âgée de 12 ans, est une élève dont les résultats en mathématiques se situent au-dessus du troisième quartile des scores de la classe, pour la période allant de septembre à décembre (sur 3 bulletins). Elle est classée dans la catégorie « haut » en termes de niveau scolaire en mathématiques. Héloïse a suivi un parcours scolaire sans redoublement, elle n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est mentionné dans son dossier scolaire.

4.2.3.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 64 présente la distribution et l'évolution des réponses d'Héloïse aux sollicitations métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 64: Évolution de la répartition des réponses d'Héloïse lors de l'entraînement¹⁵

Thème	Entrainement Catégories	Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
		Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	70,6%			69,2%			77,8%			77,8%			60,0%			62,5%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	17,6%			15,4%			11,1%			16,7%			16,0%			18,8%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	11,8%			15,4%			11,1%			5,6%			24,0%			18,8%		
	Sécurité																		

Pour chaque semaine d'entraînement, Héloïse a le plus souvent répondu aux questions métacognitives en se référant à des stratégies. Cependant, à partir S5, un changement est observé dans la répartition des réponses. À ce stade, la proportion de réponses liées aux stratégies diminue, passant de 77,8% en S4 à 60% en S5. Tandis que la part des réponses relatives aux sentiments augmente, passant de 5,6% en S4 à 24% en S5. Chacun de ces thèmes est examiné en détail ci-dessous, étayé par des exemples de verbatims.

Évolution des réponses écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 65 présente la répartition des réponses écrites d'Héloïse selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "Stratégies".

Tableau 65: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies¹⁶.

Thème	Entrainement Catégories	Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
		Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xxxxxx	xxxxxx		xxxx	xxxx		xxxx	xxx		xxxx	xx		xxxxxx	xx		xxx	xx	
	Justifier son action					x						x					x		
	Auto-évaluation												xxx			xxx			xx
	Aut-projection												xxx			xxx			xx

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / x → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

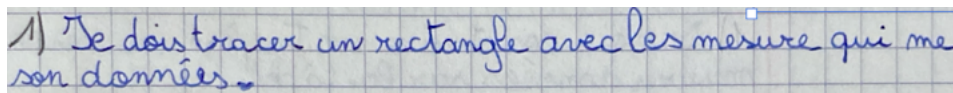
x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / x → justifie son autoprojection

Lorsqu'Héloïse explicite ses stratégies, avant, pendant et après les tâches/exercices, ses réponses se classent en quatre catégories. La première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Héloïse explicite ses actions de plusieurs manières.

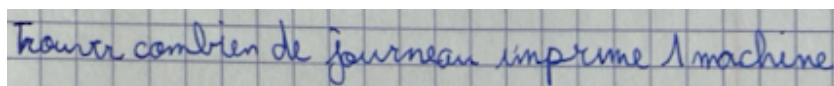
¹⁵ Suite à un problème technique, les élèves de la modalité à l'écrit n'ont pas répondu aux questions métacognitives après la tâche durant les trois premières semaines.

¹⁶ Ibid.

Tout d'abord, avant de réaliser les tâches/exercices, elle écrit son objectif sous forme d'action simple pour répondre à la consigne. Ce type de formulation n'a pas évolué durant les six semaines d'entraînement (exemples 51 et 52).

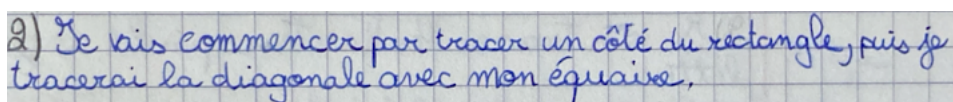


Exemple 51: Définition de l'objectif (S1 - Avant)

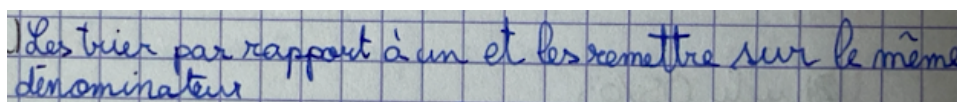


Exemple 52: Définition de l'objectif (S6 - Avant)

Ensuite, elle développe dans ses réponses écrites, les actions qu'elle va entreprendre pour réaliser les tâches/exercices lorsqu'on lui demande d'expliquer son plan de résolution. À ce moment, Héloïse écrit des actions hiérarchisées, c'est-à-dire en évoquant plusieurs actions suivant un ordre logique avec plusieurs actions successives, en S1 et S5 (exemples 53 et 54).



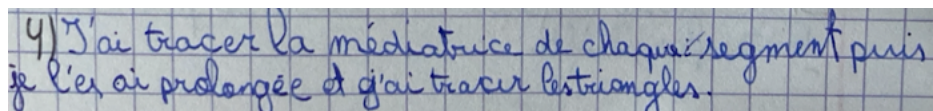
Exemple 53 : Planification hiérarchisée (S1 - Avant)



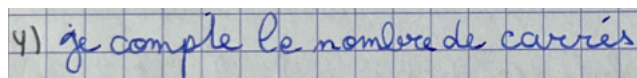
Exemple 54: Planification hiérarchisée (S5 - Avant)

Pendant la réalisation des tâches/exercices, lorsqu'il lui est demandé d'expliquer ce qu'elle fait ou ce qu'elle prévoit de faire, Héloïse écrit à la fois des actions simples et hiérarchisées. Au fil des six semaines, le nombre d'actions écrites pendant les tâches/exercices diminue progressivement, passant en moyenne de deux actions par séance en S1 et S2 à moins d'une action par séance à partir de S4 . De plus, si au cours des trois premières semaines elle rédige des actions hiérarchisées dans ses réponses pendant les tâches/exercices, elle ne le fait plus lors des trois semaines suivantes.

L'analyse des réponses d'Héloïse dans la catégorie "explicitation des actions" révèle une diminution de la fréquence et de la complexité de ses réponses lorsqu'elle est interrogée pendant la réalisation des tâches/exercices.

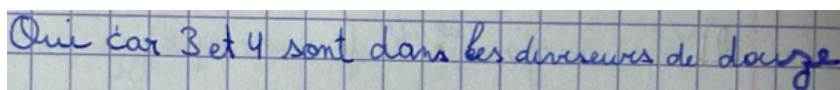


Exemple 55: Explicitation de son action de manière hiérarchisée (S2 – Pendant)

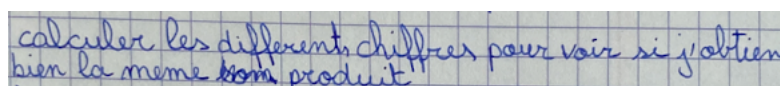


Exemple 56 : Action simple (S4 – Pendant)

La catégorie **"justifier"** son action est la moins représentée parmi les stratégies d'Héloïse. Si elle justifie ses actions dans ses réponses écrites aux questions, elle le fait principalement pendant les tâches/exercices (exemple 57), ce qui se produit à trois reprises (S2, S4 et S5), et une fois avant une tâche/un exercice en S6 (exemple 58).



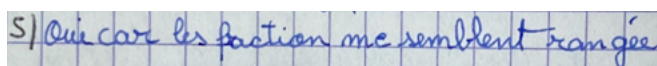
Exemple 57 : (S4 – Pendant)



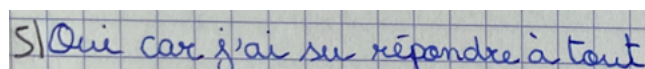
Exemple 58: (S6 – Avant)

Suite à un problème technique, Héloïse n'a pas répondu aux questions métacognitives après les tâches/exercices pendant S1, S2 et S3. C'est pourquoi notre analyse des stratégies d'autoévaluation et d'autoprojection porte sur S4, S5 et S6.

Durant S4, quand elle répond aux questions métacognitives après avoir résolu les tâches/exercices, Héloïse rédige systématiquement une **autoévaluation** positive de son travail, sans toutefois fournir de justification à cette satisfaction. Elle se contente d'écrire "Oui" pour répondre à la question. Par contre, durant S5 et S6, elle rédige à chaque fois une réponse positive aux questions, mais donne une justification. Au cours de S5 (exemple 59), les deux premières justifications sont liées à l'objectif qu'elle s'est fixé.



Exemple 59: Autoévaluation en lien avec l'objectif (S5 – Après)



Exemple 60: Autoévaluation peu détaillée (S6 – Après)

Par la suite (exemple 62), les justifications présentes dans ses réponses écrites deviennent moins précises et se rapportent au fait d'avoir réussi ou d'avoir répondu à toutes les questions. Ainsi, il a fallu trois séances avant qu'Héloïse propose une justification à son autoévaluation, initialement liée à l'objectif, puis de manière moins précise.

Tout comme pour la catégorie précédente, l'analyse de l' **autoprojection** se limite à S4, S5 et S6. Durant ces trois semaines, Héloïse, dans ses réponses écrites, n'évoque pas de changer de stratégie.

6) calculer

Exemple 61: Autoprojection (S4 – Après)

6) bien calculer car il faut être précis

Exemple 62: Autoprojection, stratégies peu efficaces (S5 - Après)

6) Utilisé la règle de 3 et la multiplication

Exemple 63 : Autoprojection, stratégies plus efficaces, mais peu détaillées (S6 – Après)

Durant S4 et S5, Héloïse écrit dans ses réponses aux questions métacognitives, des stratégies peu efficaces pour la réalisation des tâches/exercices (exemple 61). En S6, elle écrit uniquement des réponses contenant des stratégies efficaces spécifiques aux tâches/exercices (exemple 63). Cependant, les stratégies qu'elle note dans ses réponses restent simples et peu détaillées.

Évolution des réponses liées aux connaissances pendant les six semaines

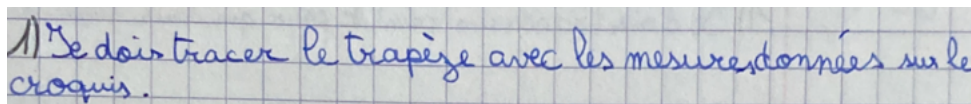
Le deuxième thème (tableau 66) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 66 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances.

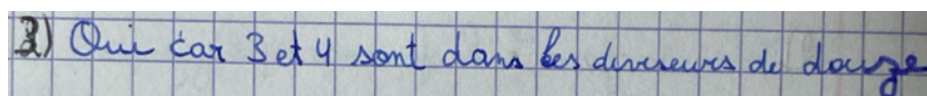
Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures	XXX			XX			X			X	XX		XXX			X	X	XX
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		

Durant les trois premières semaines, seules les réponses écrites avant la réalisation des tâches/exercices contiennent des **connaissances** antérieures. C'est lorsqu'elle rédige son objectif qu'elle fait référence à des connaissances issues de la consigne. Elle le fait

à chaque séance au cours des deux premières semaines, cela diminue en S3 et elle ne note plus de connaissances en rapport avec la consigne dans ses réponses à partir de S4. C'est à partir de ce moment qu'Héloïse fait référence, à la fois avant, pendant et après les tâches/exercices, à des connaissances liées à la discipline comme la règle de trois ou des propriétés mathématiques des nombres (exemple 65). Héloïse ne fait pas appel à des connaissances issues de son expérience.



Exemple 64: (S1 - Avant)



Exemple 65 : (S4 - Pendant)

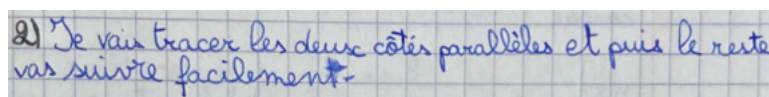
Évolution des réponses écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 67) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 67: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité														xx				
	Sécurité	xx			x	x		x			x				xx	xx		xx	x

Des **sentiments** sont présents dans les réponses écrites d'Héloïse durant les six semaines d'entraînement. Au cours des quatre premières semaines, elle note des sentiments de sécurité tant avant que pendant la réalisation des tâches/exercices. Ces sentiments sont axés sur sa confiance en sa capacité à agir et sur la facilité perçue des tâches/exercices. Elle n'écrit des sentiments avant les tâches/exercices que pendant les deux premières semaines (exemple 66), mais ne le fait plus par la suite.



Exemple 66: (S1-Avant)

Dans ses réponses, Héloïse rédige aussi des sentiments d'insécurité, mais uniquement durant S5 (exemple 67), elle exprime alors une incertitude sur le bon déroulement de la résolution. C'est aussi durant cette semaine qu'elle note le plus de sentiments

pendant la réalisation des tâches/exercices. À partir de S5, Héloïse écrit, durant les tâches/exercices, des sentiments de confiance par rapport à sa technique de résolution, mais sans les détailler (exemple 68).

Exemple 67: (S5 – Pendant)

Exemple 68 : (S6-Pendant)

Notre analyse montre qu’après quatre semaines Héloïse note légèrement plus de sentiments, c’est aussi à partir de ce moment qu’elle commence à écrire sur la confiance en sa méthode de résolution, sans toutefois la détailler.

4.2.3.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution d’Héloïse lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci. Héloïse n’a pu participer à l’entretien 2, nous ne mentionnons donc que les entretiens 1 et 3. Bien qu’il n’y ait eu que deux entretiens, pour faciliter la lecture, nous parlons tout de même d’entretien 3 pour désigner l’entretien à propos de la TC3.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 68 et 69) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 68 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 69 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

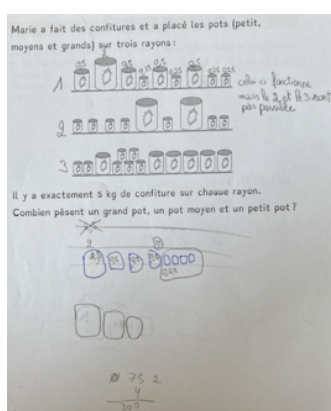
Tableau 68: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des tâches complexes.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	9	4	5
	Justifier	0	0	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

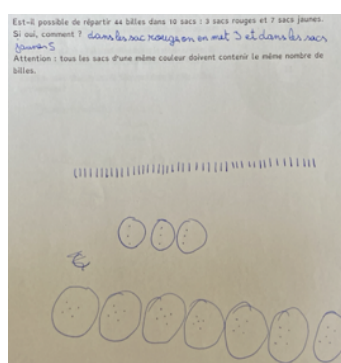
Tableau 69 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Thèmes	Catégories	TC1			TC2			TC3		
		Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXX					X	XXX	
	Justifier son action		XX						X	
	Auto-évaluation			X						X
	Aut-projection			XXX						X

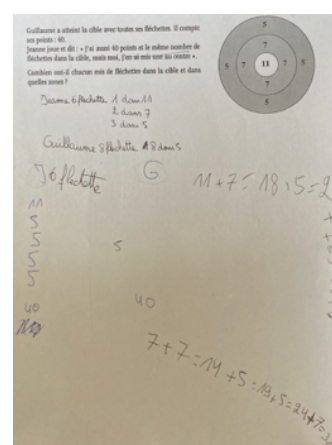
Les traces de réalisation présentes sur la TC1 (exemple 69) permettent d'identifier davantage d'**actions** que pour les TC2 et TC3 (exemples 70 et 71). Sur la feuille de la TC1, les traces relevées sont des notes personnelles sur l'illustration, la réalisation d'un schéma ou encore la réalisation d'un calcul de réflexion.



Exemple 69: Tâche complexe 1 d'Héloïse



Exemple 70: Tâche complexe 2 d'Héloïse



Exemple 71: Tâche complexe 3 d'Héloïse

Lors de la TC2, les actions visibles sur la feuille sont moins nombreuses. Seule la présence de schémas, de marques sur celui-ci et d'une réponse est relevée.

Pour la TC3, les traces de ses actions sont également moins nombreuses et moins diversifiées que pour la TC1. Ces traces de réflexion prennent la forme de deux calculs et une tentative de répartition des fléchettes. L'analyse des productions laisse penser qu'Héloïse a eu recours à moins d'actions durant les TC2 et TC3 que pour la TC1. Ce constat est appuyé par les réponses orales d'Héloïse aux questions du chercheur après la réalisation des différentes tâches. Elle formule davantage de réponses où elle explicite ses actions durant l'entretien 1 que pour les entretiens suivants. Cependant, les réponses d'Héloïse sont plus précises et détaillées lors de l'entretien 3 : « J'ai fait d'abord avec le grand j'ai, j'ai calculé avec le grand. » (Entretien 1 - Pendant). « Je me suis dit que j'allais faire un tableau et j'ai fait deux colonnes pour essayer de trouver le nombre de fléchettes. » (Entretien 3 – Pendant)

De plus, l'analyse des réponses des entretiens permet de constater qu'Héloïse ne se fixe pas de but ni de planification avant de résoudre la TC1 et qu'elle commence directement la résolution de la tâche, alors que pour la TC3 elle réfléchit d'abord à des techniques de calcul : « *Bein, déjà essayer de bien, bein, de trouver comment résoudre le problème. Des techniques de calcul ou des choses comme ça.* » (Entretien 3 – Avant).

Aucune trace de **justification** n'est présente sur les feuilles des tâches complexes d'Héloïse. Par contre, lorsqu'elle répond aux questions durant les entretiens, elle justifie ses actions, à deux reprises lors de l'entretien 1 et à une reprise lors de l'entretien 3. Lorsqu'elle se justifie, elle le fait pour répondre aux questions relatives à ce qu'elle fait pendant les tâches.

« *J'ai essayé avec 2 et 2 ça fonctionnait pas, donc j'ai d'abord essayé de rechanger ça.* » (Entretien 1 – Pendant). « *À chaque fois je devrais refaire un tableau si ça n'allait pas. Tandis qu'en calcul, ben si je me trompe, je peux encore modifier des choses.* » (Entretien 3 – Pendant).

Pour les trois situations, Héloïse rédige une réponse, ce qui laisse penser à une **autoévaluation** suffisamment positive du travail réalisé en amont que pour proposer une solution, mais aucun élément sur sa feuille ne permet de conclure sur son autoévaluation. Au cours des deux entretiens, Héloïse répond aux questions d'autoévaluation. Lors de l'entretien 1, elle répond qu'elle est satisfaite de son travail, mais elle évoque peu de détail pour se justifier : « *Je pense que j'ai fait de mon mieux.* » (Entretien 1 – Après). Par contre, lors de l'entretien 3, la justification est beaucoup plus détaillée et repose sur une comparaison de son travail avec l'objectif de l'exercice : « *Euh je pense pas parce que ben ils ont chacun le même nombre de fléchettes dans la cible. Et là il y en a huit et la six, mais j'ai pas trouvé mieux donc je pense que voilà.* » (Entretien 3 – Après).

Aucune trace d'**autoprojection** n'est présente sur les feuilles d'Héloïse, nous nous contentons donc des entretiens. Lorsqu'elle répond aux questions du chercheur, Héloïse évoque davantage de stratégies à modifier ou à conserver lors de l'entretien 1 que pour l'entretien 3. De plus lors de l'entretien 1, elle développe des propositions

plus précises et susceptibles d'être plus efficaces lors de la réalisation d'une tâche similaire que lors de l'entretien 3 : « *Me dire que je dois commencer par une seule étagère et pas tout en même temps* » (Entretien 1 – Après). « *Je sais pas trop, mais il faut faire un peu plus de calculs et essayer de trouver d'autres solutions. Je ne sais pas trop expliquer.* » (Entretien 3 – Après)

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 70 et 71) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 70 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 71 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 70: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC. Tableau 71: Connaissances identifiées lors des entretiens.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	2	4	3

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures							X	x	X
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques									

En termes de **connaissances**, les feuilles d'Héloïse ne laissent pas apparaître d'évolution notable. Chacune des productions contient des éléments de l'énoncé sous forme de schémas ou de valeurs numériques. La seule connaissance liée à la discipline qui est mobilisée prend la forme d'un calcul écrit sur la feuille de la TC1. Lors de l'entretien 1, Héloïse ne fait pas référence à des connaissances antérieures dans ses réponses aux questions du chercheur. Par contre, elle évoque des connaissances avant, pendant et après la tâche dans ses réponses lors de l'entretien 3. Ces connaissances sont liées à la discipline lorsqu'elle explique qu'elle a choisi de réaliser un tableau : « *Bein je me suis dit que j'allais faire un tableau et bein j'ai fait deux colonnes [...]* » (Entretien 3 – Pendant), mais aussi issues de la consigne : « *Heu, je pense pas parce que ils ont chacun le même nombre de fléchettes dans la cible.* » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 72 et 73) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 72 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des

tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 73 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 72: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 73 : Sentiments identifiés lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité								X	
	Sécurité		X						X	

Enfin, les résolutions écrites des trois tâches complexes d'Héloïse ne permettent pas d'identifier de trace de **sentiment**. Les entretiens ne permettent pas de confirmer la présence de sentiments lors de la TC1. En revanche, Héloïse évoque, dans ses réponses, un sentiment de sécurité suivi d'un sentiment d'insécurité lors de l'entretien 3: « *J'ai essayé, mais je me suis rendu compte que ça ne fonctionnait pas tellement.* » (Entretien 3 – Sentiment – Pendant).

4.2.3.3 Synthèse du portrait d'Héloïse

L'analyse croisée des différentes sources de données permet d'identifier des lignes de convergence dans l'évolution des réponses d'Héloïse. Nos résultats indiquent que l'utilisation de stratégies métacognitives est en légère baisse entre la S1 et la S6, quel que soit le type de donnée recueillie.

Traces écrites à l'entraînement

Les résultats indiquent que la majorité des réponses écrites d'Héloïse se classent dans la catégorie "stratégie".

Lorsqu'elle explicite ses **actions** dans ses réponses avant les tâches/exercices, elle écrit son objectif sous forme d'actions simples et la planification de son travail parfois de manière détaillée avec plusieurs étapes et parfois avec une simple action. Il n'y a pas d'évolution de ce type de réponse au fil de l'entraînement. Les actions présentes dans ses réponses écrites pendant les tâches/exercices sont de moins en moins détaillées et moins fréquentes au fil des semaines. Héloïse **justifie** peu ses actions dans ses réponses, mais elle le fait plus souvent à partir de S4. Lorsqu'elle se justifie, Héloïse

le fait toujours pendant les tâches/exercices. Il faut trois séances pour qu'Héloïse justifie son **autoévaluation** dans ses réponses écrites. Lorsqu'elle répond aux questions d'autoévaluation, Héloïse répond toujours qu'elle est satisfaite de son travail. Lorsqu'elle écrit des réponses entrant dans la catégorie "**autoprojection**", elle n'évoque pas l'idée de modifier ou de changer de stratégie. Cependant, un progrès apparaît dans ses réponses, elle note des stratégies efficaces en S6 alors qu'elle ne l'a pas fait les semaines précédentes.

Une évolution est observée dans ses réponses lors des séances d'entraînement lorsqu'elle répond avec des **connaissances**. Durant les trois premières semaines, elle ne note pas de connaissances pendant et après la réalisation des tâches/exercices. Par contre, à partir de S4, des connaissances liées au contexte et à la discipline sont présentes avant, pendant et après les tâches/exercices.

Les **sentiments** présents dans les réponses écrites d'Héloïse sont en augmentation à partir de S5 lors des entraînements. Le plus souvent, il s'agit de sentiments de sécurité rédigés pendant les tâches/exercices.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les traces d'**actions** laissées par Héloïse sur les feuilles des tâches complexes sont moins nombreuses pour le TC2 et TC3 que pour la TC1. Aucune trace de **justification**, d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection** n'est présente sur les feuilles des tâches complexes d'Héloïse. Des traces de **connaissances** sont présentes sur toutes ses feuilles, mais nous n'identifions pas de différence entre les productions. Aucune trace de **sentiment** n'est identifiée sur ses feuilles.

Réponses orales lors des entretiens

Au cours des entretiens, Héloïse évoque davantage d'**actions** dans ses réponses lors de l'entretien 1 que pour l'entretien 3. Par contre, ses réponses sont plus détaillées lors de l'entretien 3. C'est aussi lors du dernier entretien qu'elle explique avoir planifié son travail alors qu'elle n'en parle pas durant l'entretien 1. Si aucune **justification** n'est présente sur les feuilles des tâches complexes, Héloïse démontre qu'elle sait se justifier

oralement lors des entretiens et le fait pour des actions qui ont eu lieu pendant la tâche. De l'entretien 1 à l'entretien 3, Héloïse passe d'une **autoévaluation** de son implication à une autoévaluation sur la qualité de sa réponse. Lorsque le chercheur lui demande d'évaluer ses stratégies (**autoprojection**), Héloïse évoque des stratégies plus efficaces et plus détaillées lors de l'entretien 1 que pour l'entretien 3.

Au cours des entretiens, Héloïse évoque des **connaissances** dans ses réponses uniquement lors de l'entretien 3, avant, pendant et après la tâche. Seules trois évocations de **sentiments** sont dénombrées dans les réponses d'Héloïse, toujours pour s'exprimer sur ce qu'il s'est passé pendant la tâche.

En résumé, plusieurs changements sont observés dans les réponses écrites chez Héloïse. Tout d'abord, une diminution de l'explicitation de ses actions lorsqu'elle répond par écrit aux sollicitations métacognitives régulières pendant les tâches/exercices. Le nombre d'actions présentes dans ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes est également en diminution entre la première tâche complexe et les suivantes.

Ensuite, les réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières permettent de constater qu'après trois semaines sur les six semaines d'expérimentation, Héloïse note des connaissances sur le contexte (e.g. données issues de la consigne) et sur la discipline (e.g. propriétés des diviseurs) pour s'exprimer pendant et après les tâches/exercices, ce qu'elle ne faisait pas auparavant.

Enfin, il apparaît également qu'Héloïse exprime davantage de sentiments dans ses réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières à partir de la semaine 5/6. C'est aussi en semaine 5/6 qu'elle note pour la première fois des sentiments d'insécurité mais aussi de la confiance par rapport à sa technique de résolution dans ses réponses aux sollicitations régulières.

Outre les sollicitations régulières à l'écrit et les résolutions écrites des tâches complexes ponctuelles encadrées par l'enseignant, le chercheur a réalisé trois entretiens à l'oral pour que Héloïse commente la réalisation des tâches complexes.

Ainsi, il est constaté que le nombre d’actions explicitées oralement diminue entre l’entretien en semaine 1/6 et l’entretien en semaine 6/6. De plus, si le nombre de connaissances est en augmentation dans les traces écrites des tâches complexes, cette même observation est faite dans les réponses orales d’Héloïse au cours des entretiens.

4.3 Portraits des trois élèves de la modalité mixte : Bastien, Malek et Hanna

Les élèves de la modalité mixte ont bénéficié de questions métacognitives orales et écrites. Pour différencier le type de réponse formulée par ces élèves, nous avons utilisé des codes différents dans le tableau. Ainsi, lorsqu’ils ont répondu par écrit, le code attribué à leurs réponses est « E » dans les tableaux, lorsqu’ils ont répondu oralement, le code est « O ». Les trois portraits qui suivent concernent des élèves de niveau différents (bas, moyen, haut) ayant participé à l’expérimentation dans la même classe avec le même enseignant qui est également le chercheur qui mène les entretiens oraux. Pour rappeler cette double casquette du chercheur, nous utiliserons la notation enseignant/chercheur pour cette modalité.

4.3.1 Portrait de Bastien

Pour rappel, Bastien a 13 ans, c’est un élève dont la moyenne des scores en mathématiques est inférieure au premier quartile des scores de la classe, pour la période s’étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Il est en situation d’échec en mathématiques. Bastien a suivi un parcours scolaire sans redoublement, il n’est pas non plus en avance. Aucun trouble de l’apprentissage ou autre diagnostic n’est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.3.1.1 Analyse de l’entraînement

Le tableau 74 présente la distribution et l’évolution des réponses de Bastien aux sollicitations métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d’entraînement.

Tableau 74: Évolution de la répartition des réponses de Bastien lors de l'entraînement

Entrainement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	75,0%			73,7%			63,2%			73,3%			68,8%			50,0%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	6,3%			10,5%			21,1%			0,0%			12,5%			10,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	18,8%			15,8%			15,8%			26,7%			18,8%			40,0%		
	Sécurité																		

Le pourcentage de réponses que Bastien a formulé chaque semaine aux questions métacognitives est plus élevé pour le thème des stratégies. Cependant, la répartition de ces réponses évolue au cours des semaines. La part des réponses liées aux stratégies diminue durant les trois premières semaines, sans pour autant que le nombre de stratégies verbalisées ne diminue. À partir de S4, la part des réponses pour cette thématique remonte à 73,3% et entame une nouvelle diminution jusqu'en S6. Ces deux périodes de diminution sont séparées par une période de deux semaines de congé. Nous constatons également que la diminution de la part des réponses liées aux stratégies est plus importante après deux semaines d'entraînement pour les deux périodes précitées. Ainsi, entre S1 et S2, nous observons une diminution de 1,3% alors que cette diminution est de plus de 10% entre S2 et S3. De même, entre S4 et S5, il y a une diminution d'environ 5% alors que celle-ci est de plus de 18% entre S5 et S6. Cette évolution de la répartition se fait au profit des connaissances durant les trois premières semaines, alors que ce sont principalement les sentiments et dans une moindre mesure les connaissances qui augmentent entre S4 et S6.

Évolution des réponses orales et écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 75 présente la répartition des réponses orales et écrites de Bastien suivant les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "Stratégies".

Tableau 75: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	EEE	EE		EE	EE	EO	EE	EO	EO	EO	E		EO	EO		EE	EO	EO
	Justifier son action	EE	E			E		EO						OO				O	
	Auto-évaluation			EE			EO		E		EE					O			E
	Aut-projection			EE			EO		E		EO			OO					

Légende :

E → Réponse écrite / O → Réponse orale

Expliciter son action

E ou O → Action simple / E ou O → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

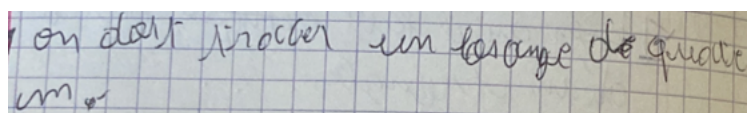
E ou O → élève insatisfait de son travail / E ou O → élève satisfait de son travail / E ou O → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

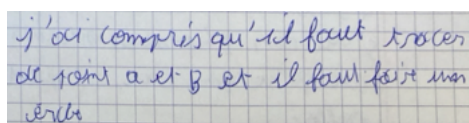
E ou O → changer ou modifier sa stratégie / E ou O → conserver sa stratégie / E ou O → justifie son autoprojection

Comme pour les portraits précédents, la première catégorie de réponses concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Bastien a explicité ses actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, lorsqu'il lui était demandé de formuler son objectif et d'expliquer son plan de résolution. À ce moment, Bastien répond principalement à l'écrit. Ses objectifs et sa planification sont presque toujours en lien avec les tâches/exercice, mais sont le plus souvent formulés sous forme d'une seule action (exemples 72, 74 et 75). À l'oral, ses réponses avant les tâches/exercices sont plus détaillées, mais moins fréquentes : « *Bein, on va tracer AC de 8 cm, puis BD de 5 cm, puis bein et voir où est l'angle aigu.* » (S2 – Avant). Par contre, pendant les tâches/exercices, Bastien explique ses actions surtout à l'oral et nous identifions une évolution croissante du nombre d'actions explicitées à l'oral entre S1 (0 action) et S3 (4 actions) avant une chute du nombre d'interventions en S4 (0 action) et puis une nouvelle augmentation jusqu'en S6 (5 actions).

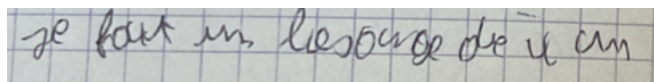
En termes de qualité de réponse, nous notons que Bastien formule des réponses hiérarchisées par écrit à partir de S3 (exemple 73) et jusque S5, mais principalement avant les tâches/exercices. Il évoque oralement ce type de réponse hiérarchisée à partir de S2, durant tout l'entraînement et le plus souvent pendant les tâches/exercices.



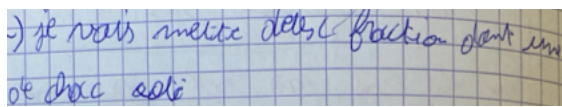
Exemple 72 : Expliciter son action - objectif (S2 - Avant)



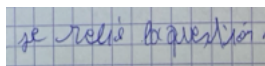
Exemple 73 : Expliciter son action - objectif (S3 - Avant)



Exemple 74 : Expliciter son action - planifier (S2 - Avant)



Exemple 75 : Expliciter son action - planifier (S6 - Avant)



Exemple 76: (S6 - Pendant)

Les réponses orales de Bastien sont plus détaillées que les réponses écrites, la différence est plus marquée entre les réponses orales et les réponses écrites (exemple 76) pendant les tâches/exercices.

« Bein on va tracer AC de 8 cm, puis BD de 5 cm, puis bein et voir où est l'angle aigu. » (S2 – Avant).

« Il faut compléter les fractions, il y avait, il y a deux fractions, il faut regarder laquelle est plus grande que l'autre. » (S5 – Avant).

« Bah je réfléchis dans ma tête et puis après bein, une fois que j'ai trouvé le bon raisonnement, je l'écris. » (S3 – Pendant).

« Bein il, heu, il faut regrouper les fractions plus petites et les plus grandes, puis faut calculer, puis faut positionner. » (S6 – Pendant).

Lorsque Bastien répond aux questions métacognitives, il **justifie** ses actions par écrit de S1 à S3 (exemple 77) et puis il ne le fait plus par la suite. Par contre il justifie ses actions oralement seulement à partir de S3. Si Bastien répond aux questions en évoquant des justifications, hormis en S1, il le fait exclusivement pendant les tâches/exercices. Il n'y a pas d'évolution du nombre de ses justifications. Sur les trois premières semaines, nous n'observons pas d'évolution dans les justifications écrites. De même, nous n'identifions pas d'évolutions dans les justifications orales entre S3 et S6. Cependant, il y a une différence entre les justifications orales et écrites. Ces dernières (exemple 77) sont moins détaillées et démontre un faible niveau de réflexion alors que les justifications orales sont parfois beaucoup plus élaborées : « Si on en

coupe huit et qu'on en prend huit, il y en aura plus que 1, enfin il y en aura moins que 1. [...] Comme ça après, euh là, si on coupe en deux et qu'on en prend six c'est plus que 1. » (S6 – Après).

Exemple 77 : Justifier (S3 – Pendant).

Sur les dix **autoévaluations** auxquelles il répond, Bastien s'autoévalue 8 fois positivement, il fait deux autoévaluations négatives, uniquement par écrit, en S1 et S6. À partir de S2, ses autoévaluations sont systématiquement justifiées. La justification de ses autoévaluations, dans ses réponses aux questions, reste très peu détaillée et il ne fait pas de liens avec les objectifs des tâches/exercices. Ce constat est valable tant à l'oral qu'à l'écrit durant toute l'expérimentation. « Oui, parce que j'ai quand même su faire l'exercice. » (S2 – Après). « Oui parce que avant je n'y arrivais pas. Maintenant j'y arrive. » (S5 – Après)

Exemple 78 : Autoévaluation (S2 - Après)

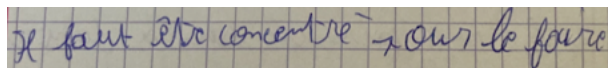
Exemple 79: Autoévaluation (S6 - Après)

Lors de la première séance, lorsque l'enseignant lui pose des questions métacognitives, Bastien n'évoque pas de changer ou de conserver ses stratégies (**autoprojection**). Pour lui, il faut adapter l'exercice à ses difficultés, comme lorsqu'il exprime que l'enseignant/le chercheur devrait fournir les bandelettes plutôt que de devoir les découper (exemple 80).

Exemple 80: Autoprojection (S1 - Après)

Lors des séances suivantes, à l'écrit, Bastien répond aux questions en se centrant sur l'évaluation de ses propres stratégies, mais l'évaluation qu'il en fait est toujours superficielle et non orientée sur la spécificité des tâches/exercices (exemple 81). Ses

interventions écrites ne vont pas évoluer en qualité et elles vont devenir moins fréquentes. En S5 il ne répond pas à la question et en S6 il ne trouve pas de stratégie à modifier ou à garder.



Exemple 81 : Autoprojection (S4 - Après)

Cependant, certaines réponses orales aux questions mettent en évidence des réflexions plus élaborées sur les stratégies, davantage en lien avec les tâches/exercices. Pour évoquer des stratégies plus détaillées, Bastien a besoin des relances de l'enseignant/le chercheur.

Bastien : « Il doit lire la consigne plusieurs fois. »

Enseignant : « Oui et regarder quoi dans la consigne ? »

Bastien : « Il doit réfléchir, comme un losange c'est un quadrilatère, il faut qu'il regarde s'il n'y a pas d'autres quadrilatères qui ont quatre côtés qui ont même longueur. » (S2 – Après)

Évolution des réponses orales et écrites liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 76) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 76 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures					E	O		OOO					O				OO	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques			O					O							O			

Bastien, à l'écrit, ne fait qu'une fois référence à des **connaissances** antérieures en citant une propriété mathématique. Il évoque davantage de connaissances à l'oral qu'à l'écrit et il répond plus fréquemment avec des connaissances pendant les tâches/exercices (7 réponses) et un peu moins après (3 réponses). Aucune évolution qualitative ou quantitative n'est à mentionner durant les six semaines d'entraînement. Bastien évoque parfois des connaissances issues de la discipline : « *Et il doit réfléchir, comme un losange c'est un quadrilatère [...].* » (S2 – Après), parfois des données

issues de la consigne : « *Il faut compléter les fractions, il y avait, il y a deux fractions.* » (S5 – Avant), ou encore des situations vécues, mais pas identifiées précisément : « [...] *et avec ce qu'on avait fait au tableau, ça m'a aidé.* » (S5 – Après).

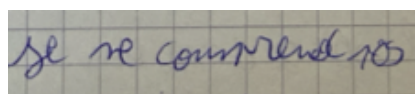
Évolution des réponses orales et écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 77) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories

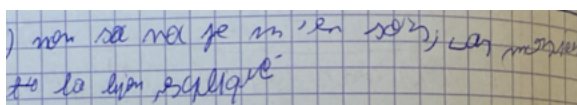
Tableau 77: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité	E		EE			O												
	Sécurité						EO	E	O	E		EE	EE	E			OOOOO	E	EE

À l'exception d'une séance lors de S6, nous n'observons pas d'évolution dans le nombre de **sentiments** évoqué par Bastien dans ses réponses aux questions métacognitives. Concernant le moment auquel Bastien évoque des sentiments dans ses réponses, il le fait davantage pendant et après les tâches/exercices qu'avant celles-ci. Bastien exprime parfois des sentiments d'insécurité dans ses réponses, principalement en S1 et S6 et à d'autres moments des sentiments de sécurité, essentiellement de S2 à S5. Lorsqu'il évoque ses sentiments, par écrit (exemples 82 et 83) ou oralement, cela concerne son niveau de compréhension ou sa capacité à réaliser l'exercice, ses réponses sont peu détaillées : « *Je ne comprends pas trop en fait pour le faire.* » (S6 – Pendant).



Exemple 82: Sentiment d'insécurité (S1 – Avant)



Exemple 83: Sentiment de sécurité (S6-Pendant)

4.3.1.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution de Bastien lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 78 et 79) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 78 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 79 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 78: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	2	4	6
	Justifier	0	0	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 79 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXX		X	XX		X	XXXXX	
	Justifier son action		X			X				
	Auto-évaluation			X			XX			XX
	Aut-projection			XX			XX			X

Avant de se pencher en détail sur les stratégies employées et évoquées par Bastien, un premier coup d'œil sur ses différentes productions permet de constater que la quantité de traces écrites augmente entre le début et la fin de l'expérimentation (exemples 84, 85 et 86). Une analyse plus fine suite au codage de ces traces permet de confirmer cette impression puisque seulement deux stratégies sont observées pour la TC1, 4 pour la TC2 et 6 pour la TC3. Pour la TC1 (exemple 84), les seules **actions** visibles sont la présence d'une estimation et des notes sur l'illustration. Lors de la TC2 (exemple 85), Bastien réalise des schémas, place des marques de réflexion sur les schémas et y note des informations numériques issues de sa réflexion. Dans la TC3 (exemple 86), il prend des notes dans l'énoncé, écrit des calculs, utilise des marques pour réfléchir sur l'illustration, utilise une légende. On voit ainsi que la quantité, mais aussi la qualité des actions présentes sur ses productions augmente. Les réponses de Bastien aux questions de l'enseignant/du chercheur lors des entretiens mettent en évidence que le

Marie a fait des confitures et a placé les pots (petit, moyens et grands) sur trois rayons:

Il y a exactement 5 kg de confiture sur chaque rayon.

Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit pot ?

Est-il possible de répartir 44 billes dans 10 sacs : 3 sacs rouges et 7 sacs jaunes ? Si oui, comment ? *non*

Attention : tous les sacs d'une même couleur doivent contenir le même nombre de billes.

$$\begin{array}{r} 3 \text{ sacs} \times 10 \text{ billes} = 30 \text{ billes} \\ 7 \text{ sacs} \times 4 \text{ billes} = 28 \text{ billes} \\ \hline \text{Total} = 58 \text{ billes} \end{array}$$

Gillaume a atteint la cible avec toutes ses fléchettes. Il compte ses points : 40.

Justine joue et dit : « J'ai aussi 40 points et le même nombre de fléchettes dans la cible, mais moi, j'en ai mis une au centre ».

Cochien ont-ils chacun mis de fléchettes dans la cible et dans quelles zones ?

Justine : 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5

Gillaume : 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5

ou 7 + 7 + 7 + 7 + 5

Donc, que vous avez
compris, c'est à dire
de combien on a 40 ?

126

de l'entretien 3, Bastien formule des réponses beaucoup plus élaborées, avec plus de détails et des actions décrites de manière hiérarchisée :

« Il fallait essayer de trouver où Guillaume et Jeanne avaient mis les flèches. Et bien j'ai essayé, j'ai regardé, j'ai calculé qu'ils avaient tous les deux 40, mais que Jeanne, elle en avait mis une au milieu, mais que Guillaume ils ne disaient rien. » (Entretien 3 – Pendant).

Les productions écrites de Bastien lors des tâches complexes ne permettent pas d'identifier de traces de **justification** de ses actions, nous nous contentons des entretiens. Bastien répond aux questions de l'enseignant/du chercheur en justifiant ses actions à deux reprises, durant l'entretien 1 et 2. Nous constatons une différence dans la qualité de sa justification qui est plus détaillée lors de l'entretien 2 et davantage en lien avec les données de la tâche :

« Il faut essayer de bein, de s'imaginer bein, le poids du du poids enfin du pot parce qu'ils le disent pas, donc il faut chercher. » (Entretien 1 – Pendant).

« Bein parce que les 44 billes on savait pas les mettre dans les 10 sacs parce que sinon ça faisait pas un nombre pair. Enfin ça, ça arrivait avec des nombres à virgules, mais bon ça va pas ». (Entretien 2 – Pendant).

Les traces écrites sur les feuilles de Bastien ne permettent pas d'observer d'indice d'**autoévaluation**. Pour chaque entretien, Bastien se montre capable de formuler des réponses dans lesquelles il s'autoévalue. Sur les cinq autoévaluations, quatre d'entre elles sont positives et chaque autoévaluation est justifiée. Nous pouvons identifier une différence entre l'entretien 1 et les entretiens 2 et 3. Lorsqu'il répond lors de l'entretien 1, Bastien s'autoévalue positivement en justifiant qu'il a participé à la tâche. Pour les entretiens 2 et 3, il justifie son autoévaluation en mentionnant des éléments de la consigne.

« Bah parce que c'est rempli [...] et d'avoir quand même participé [...] » (Entretien 1 -Après).

« Bah oui et non parce que j'avais quand même, enfin, j'avais quand même essayé de chercher et non parce que bah j'ai pas arrivé à faire le truc donc heu. [...] Le, avec les sacs enfin avec les billes et les sacs j'arrivais pas à les mettre dans, à mettre les billes dans les 10 sacs. » (Entretien 2 – Après).

« Oui. [...] Bein parce que je me suis dit que au début, c'était quand même un peu complexe. [...] Et après ça, quand on a parlé, quand on faisait plusieurs choses, donc divisé, diviser 40 avec le chiffre qui était là pour trouver, ça a été mieux. [...] Et heu j'ai trouvé les réponses. [...] Bein parce que je suis arrivé et j'ai pas eu besoin d'aide. » (Entretien 3 – Après).

Enfin aucune stratégie d'**autoprojection** n'est identifiée sur les feuilles des tâches complexes de Bastien. Par contre, lors des entretiens, Bastien a systématiquement répondu à la question sur l'évaluation de ses stratégies. Une différence est constatée entre l'entretien 1 et les entretiens 2 et 3. Lors de l'entretien 1, l'autoprojection est évoquée par deux actions simples relativement peu efficaces pour la résolution de la tâche : *« Bah calculer, enfin diviser un peu les 5 kilos avec les pots qui sont là quoi. » (Entretien 1 – Après).* Lors de l'entretien 2, Bastien formule des stratégies plus élaborées : *« Bein qu'il fasse un schéma pour tomber avec les 44 billes. Et puis une fois qu'il a fait ça, bein il regarde un peu comment on les met dans les sacs, comme moi j'ai fait. » (Entretien 2 – Après).* Durant cet entretien, lorsqu'on lui demande une stratégie à changer, il propose de modifier l'énoncé et pas ses stratégies : *« Non parce que, oui il manque, si il y aurait des billes en plus, bein oui ça irait peut-être. Oui ça irait peut-être dans les sacs. Oui, faudrait six billes en plus pour que ça passe. » (Entretien 2 – Après).* Dans sa réponse à la question de l'autoprojection lors de l'entretien 3, Bastien formule une réponse détaillée et efficace par rapport à la résolution de la tâche :

« Je dirais qu'il devrait lire la consigne plusieurs fois pour bien se mettre ça dans la tête. Et au moins comme ça, quand il fera, quand il cherchera pour arriver à 40, bah il saura. Il saura à qui appartient et pourquoi et comment. » (Entretien 3 – Après).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 80 et 81) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 80 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 81 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 80: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des tâches complexes.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	0	2	3

Tableau 81: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures	X			X				XXX	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

Le nombre de **connaissances** est en augmentation sur les feuilles de Bastien au cours de l'expérimentation. Sur la feuille de la TC1, aucune trace de connaissance n'est visible. Lors de la TC2, le schéma qu'il dessine sur sa feuille repose sur des informations de l'énoncé. La feuille de la TC3 contient deux calculs et une question, avec les données de l'énoncé. Les entretiens permettent également d'observer une évolution entre les différents temps de l'expérimentation. Dans les réponses aux questions de l'enseignant/du chercheur, Bastien évoque des connaissances antérieures avant la résolution des tâches 1 et 2. Lors de l'entretien 1, Bastien évoque une connaissance de l'énoncé, cette connaissance est évoquée seule sans articulation avec d'autres réflexions : « *Bein qu'ils font, qu'ils doivent faire 5 kilos.* » (Entretien 1 – Avant). Lors de l'entretien 2, il n'évoque qu'une seule connaissance, mais il fournit un commentaire sur celle-ci : « *Ils disaient qu'il fallait répartir 44 billes dans 10 sacs. Mais il s'était, c'était pas que c'était impossible, mais il y avait plusieurs trucs à faire pour heu arriver à ça.* » (Entretien 2 – Avant). Lors de l'entretien 3, il évoque des connaissances uniquement pendant la tâche. Lors de cet entretien, il répond aux questions avec des données de l'énoncé pour expliciter ses actions : « *Jeanne, elle en avait mis un au milieu, mais que Guillaume il disait rien. Donc il fallait, on avait dû calculer pour trouver une solution.* » (Entretien 3 - Pendant). Il évoque également des connaissances liées à la discipline lors de cet entretien : « *Et ça fait aussi un petit rappel des tables, et des additions et soustractions* » (Entretien 3 – Pendant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 82 et 83) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 82 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 83 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 82: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 83 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Ressentis	Insécurité					XXX				
	Sécurité		X		X			X	X	

Concernant les **sentiments**, aucun élément présent sur les feuilles de Bastien ne laisse penser à la manifestation de sentiment lors de la résolution des tâches complexes. Par contre, lors des entretiens, Bastien évoque des sentiments dans ses réponses, principalement pendant les tâches. Lors des entretiens 2 et 3, il exprime également des sentiments dans ses réponses avant la réalisation des tâches. Il n'évoque des sentiments d'insécurité que durant l'entretien 2. Nous n'observons pas de différence notable dans la formulation des sentiments, cela concerne sa compréhension ou sa confiance en la réalisation de la tâche :

« Pour le premier, je l'ai trouvé [...] j'avais fait deux kilos celui-là. » (Entretien 1 – Pendant).

« Au début, je croyais que ça allait tout seul, et puis en fait non. » (Entretien 2 – Pendant).

« Oui, ça a quand même été, j'ai trouvé mon calcul. » (Entretien 3 – Pendant).

4.3.1.3 Synthèse du portrait de Bastien

L'analyse croisée des différentes sources de données nous permet d'identifier des lignes de convergence dans l'évolution de Bastien.

Traces écrites et orales à l'entraînement

Les réponses de Bastien se classent majoritairement dans la catégorie "**expliciter son action**" et le plus souvent pendant les tâches/exercices. Lors de l'entraînement, lorsqu'il répond aux questions métacognitives, il explicite ses actions par écrit davantage avant les tâches/exercices. Pendant celles-ci il le fait davantage oralement. Au fil de l'expérimentation, il formule davantage de réponses hiérarchisées, contenant plusieurs actions dans une même réponse. Ses réponses orales sont plus détaillées que ses réponses écrites. Nous notons que Bastien **justifie** ses actions le plus souvent à l'écrit durant les deux premières semaines puis il ne le fait plus qu'à l'oral durant les trois dernières semaines. Les réponses de Bastien qui se classent dans la catégorie "**autoévaluation**", lors de l'entraînement, sont toujours positives et justifiées, mais très peu détaillées et peu en lien avec les objectifs des tâches/exercices. Bastien éprouve des difficultés à répondre aux questions d'**autoprojection** par écrit, par contre il a plus de facilité à détailler sa réponse oralement, suite aux relances de l'enseignant. Lorsqu'il évalue ses stratégies, c'est toujours des stratégies qui l'ont aidée à résoudre les tâches/exercices, il n'évoque pas de modification à apporter à celles-ci. Dans ses réponses aux questions métacognitives, Bastien évoque des **connaissances** le plus souvent à l'oral et principalement pendant les tâches/exercices. Ces connaissances sont parfois issues de la discipline, parfois issue des tâches/exercices antérieures identifiées comme identiques. Bastien répond aux questions métacognitives en évoquant des **sentiments**, à l'oral et à l'écrit, le plus souvent pendant et après les tâches/exercices.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Les traces de résolution écrites sur les trois tâches complexes augmentent d'une tâche complexe à l'autre, leur qualité et leur diversité sont aussi en augmentation. C'est en particulier la TC3 qui contient le plus d'**actions** visibles écrites par Bastien. Par contre, nous ne pouvons identifier de trace de **justification**, d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection** sur les feuilles de Bastien. Les **connaissances** présentes sur les feuilles de Bastien sont plus nombreuses pour les TC2 et TC3 que pour la TC1. Aucune trace de sentiment n'est identifiée sur les feuilles de Bastien.

Réponses orales lors des entretiens

Le nombre d'**actions** explicitées présentes dans les réponses de Bastien lors des entretiens est relativement stable. Lors des entretiens, lorsqu'il explicite ses actions, il fait uniquement référence à ce qu'il s'est passé pendant la tâche. Par contre, il répond aux questions avec des actions de plus en plus détaillées et précises au fil des entretiens. Il est intéressant de constater que lors de l'entretien 1, lorsqu'on l'interroge, Bastien a des difficultés à se **justifier** à l'oral, alors qu'à partir de l'entretien 2, ses justifications sont plus détaillées et articulées à l'explicitation de ses actions. Les **autoévaluations** de Bastien, lors de l'entretien 1, sont peu détaillées, mais dès l'entretien 2, il formule des justifications de sa satisfaction davantage en lien avec la consigne. Au fil des entretiens, Bastien répond aux questions d'**autoprojection** en formulant des stratégies de plus en plus détaillées et efficaces. Cependant, ces stratégies sont celles qu'il a utilisées pour la résolution de la tâche et il n'est pas en mesure d'envisager de modifier ou d'améliorer ses stratégies. Les **connaissances** évoquées dans les réponses de Bastien lors des entretiens se trouvent dans des phrases plus détaillées et plus complexes dans les entretiens 2 et 3 que pour l'entretien 1. Enfin, il y a très peu de **sentiments** présents dans les réponses de Bastien lors des entretiens.

En résumé, une progression dans la qualité des réponses de Bastien, élève de niveau bas en mathématique, est observée lorsqu'il répond oralement aux sollicitations métacognitives régulières en explicitant ses actions. Les traces écrites laissées par Bastien sur les feuilles des tâches complexes, utilisées comme tâches de contrôle, sont également plus nombreuses et plus diversifiées pour la tâche 3 en semaine 6/6 que pour les tâches précédentes. L'amélioration des justifications dans les réponses orales de Bastien lors des entretiens avec l'enseignant/le chercheur¹⁷ en semaine 3/6 coïncide avec le moment où il commence à fournir des justifications orales dans ses réponses aux sollicitations métacognitives régulières. Au fil des semaines, les réponses aux questions d'autoévaluations restent peu précises et peu détaillées lorsque Bastien répond par écrit et oralement aux sollicitations métacognitives régulières, alors que ces réponses sont de plus en plus en lien avec la tâche dans ses réponses orales lors

¹⁷ Pour rappel, dans cette modalité, le chercheur qui mène les entretiens est également l'enseignant qui donne cours de mathématiques à ce groupe.

des entretiens. Les réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières et lors des entretiens, ainsi que les réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières, ne contiennent que des réponses pour lesquelles Bastien évalue des stratégies qui l'ont aidé. Il ne mentionne, ni à l'écrit ni à l'oral, l'idée de modifier ses stratégies. De plus, ses réponses aux questions d'autoprojection sont plus détaillées à l'oral qu'à l'écrit lorsqu'il est sollicité de manière régulière.

Bastien évoque plus souvent des connaissances à l'oral qu'à l'écrit lorsqu'il répond aux sollicitations métacognitives régulières. Cependant, une augmentation des connaissances utilisées est identifiée dans ses traces écrites sur les feuilles dès la tâche complexe 2 en semaine 3/6.

Lorsque des sollicitations métacognitives régulières lui sont proposées, Bastien évoque des sentiments aussi bien dans ses réponses orales que dans ses réponses écrites. Par contre ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes ne contiennent pas de sentiments. Mais lors des entretiens, à l'oral il évoque des sentiments pour commenter ses productions écrites.

4.3.2 Portrait de Malek

Pour rappel, Malek est âgé de 12 ans, c'est un élève dont la moyenne des scores en mathématiques est comprise entre le premier et le troisième quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Malek a suivi un parcours scolaire sans redoublement, il n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.3.2.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 84 présente la distribution et l'évolution des réponses de Malek aux questions métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'expérimentation.

Tableau 84: Évolution de la répartition des réponses de Malek lors de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	70,8%			0,0%			75,0%			65,0%			80,0%			40,0%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	16,7%			0,0%			0,0%			5,0%			0,0%			20,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	12,5%			#DIV/0!			25,0%			30,0%			20,0%			40,0%		
	Sécurité																		

Malek a été absent à plusieurs reprises durant l'entraînement, ainsi il n'était pas présent en S2 et nous enregistrons une absence en S3 et une en S5. Nous avons tout de même décidé de nous intéresser à ses données vu la richesse de celles-ci. Lorsque des comparaisons quantitatives sont réalisées entre les semaines, nous le faisons par rapport aux semaines où il n'était pas absent, c'est-à-dire S1, S4 et S5.

Tout au long de l'entraînement, Malek formule une part plus importante de réponses en évoquant des stratégies que des connaissances ou des sentiments. En comparant les semaines où Malek était présent à toutes les séances (S1, S4 et S6), nous constatons une baisse de la proportion des stratégies évoquées dans ses réponses aux questions métacognitives entre S1 (70,8%), S4 (65%) et S6 (40%). La proportion de connaissances évoquée dans ses réponses aux questions diminue entre S1 (16,7%) et S4 (5%). Ensuite entre S4 (5%) et S6 (20%) la proportion de connaissances remonte. La proportion de sentiments évoqués dans ses réponses aux questions augmente également entre S1 (12,5%) et S4 (30%) et entre S4 (30%) et S6 (40%).

Évolution des réponses orales et écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 85 présente la répartition des réponses orales et écrites de Malek suivant les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "Stratégies".

Tableau 85: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	EEEE	QEE					EE	E		QOQOEE	OE		O			E	E	
	Justifier son action		OOE					E						O					
	Auto-évaluation			OEE					E			E	OE			O			OE
	Aut-projection			OQEE					E			OE				O			OE

Légende :

E → Réponse écrite / O → Réponse orale

Expliciter son action

E ou O → Action simple / E ou Q → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

E ou O → élève insatisfait de son travail / E ou Q → élève satisfait de son travail / E ou Q → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

E ou O → changer ou modifier sa stratégie / E ou Q → conserver sa stratégie / E ou Q → justifie son autoprojection

Comme pour les portraits précédents, la première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Lorsqu'il répond aux questions métacognitives, Malek explicite ses actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, lorsqu'il lui est demandé de formuler son objectif et d'expliquer son plan de résolution. À ce moment, Malek s'exprime uniquement à l'écrit en S1. Par contre, il répond aux questions dans les deux modalités en S4. Nous ne pouvons pas identifier de différence entre les modalités pendant les tâches/exercices. Le nombre d'actions explicitées diminue en S6 (2 réponses) par rapport à S1 (7 réponses) et S4 (8 réponses). Les réponses de Malek, pour lesquelles il explicite ses actions, ne permettent pas d'identifier d'évolution de la qualité au cours des semaines d'entraînement. Ses réponses sont généralement plus détaillées et explicites avant les tâches/exercices (exemple 87) que pendant celles-ci (exemple 88), que ce soit à l'oral ou à l'écrit. « *Trouver un diviseur pareil chez les deux puis diviser les deux tout en suivant les étapes.* » (S4 – Avant).

Exemple 87: Expliciter son action (S1 - Avant)

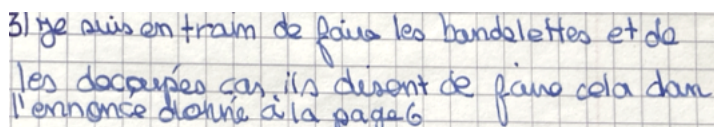
Ainsi, quand l'enseignant lui demande ce qu'il est en train de faire pendant les tâches/exercices, il est généralement peu explicite et il fournit peu de détails : « *Réfléchir dans sa tête* » (S4 – Pendant).

Exemple 88: Expliciter son action (S3 - Pendant)

Dans ses réponses aux questions métacognitives, Malek **justifie** ses actions oralement uniquement pendant les tâches/exercices. Par écrit (exemple 89), il justifie ses actions

à deux reprises, une fois pendant la tâche/l'exercice (S1) et une fois avant (S3). La stratégie de justification est la moins représentée parmi les stratégies évoquées par Malek.

Lorsqu'il répond par écrit, Malek justifie ses actions en faisant référence à l'énoncé des tâches/exercices :

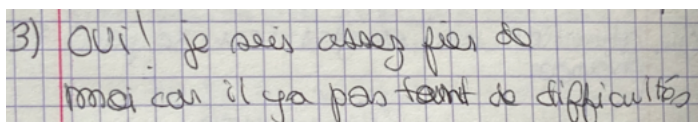


Exemple 89 : Justifier (S3 – Pendant).

Oralement, il est capable de justifier son action en utilisant un vocabulaire plus précis et plus spécifique aux tâches/exercices :

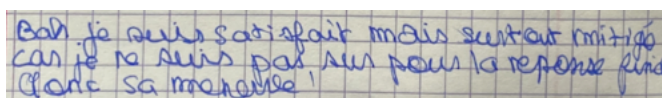
« Et puis j'ai marqué les, et vu qu'il y a deux sortes de triangles j'ai marqué les obtusangles et scalènes[...]. » (S1 – Pendant).

Sur les 10 réponses aux questions d'**autoévaluation** qu'il formule, Malek s'autoévalue 7 fois positivement. À partir de S2, ses autoévaluations sont systématiquement justifiées après les tâches/exercices. Il s'autoévalue à une reprise pendant les tâches/exercices :



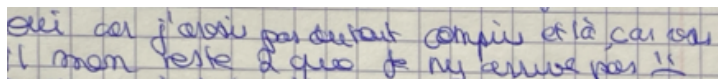
Exemple 90: Autoévaluation (S4 - Pendant)

Les réponses de Malek aux questions d'autoévaluation sont peu détaillées et peu en lien avec l'objectif des tâches/exercices. Jusqu'en S4, lorsque Malek répond aux questions d'autoévaluation, il évoque le fait d'avoir répondu à la consigne ou d'avoir trouvé la réponse, que ce soit à l'oral ou à l'écrit : « Oui, moi bein tout ce qui était marqué dans l'énoncé bein je l'ai fait. » (S1 – Après).



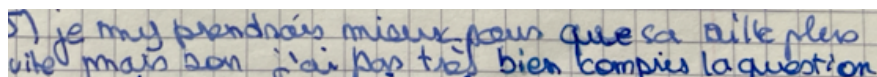
Exemple 91: Autoévaluation (S3 – Après)

En S5 et S6, les réponses de Malek donnent à voir qu'il s'autoévalue plutôt sur sa compréhension, que ce soit à l'oral ou à l'écrit : « *Moi non, bein parce que j'ai pas bien compris l'exercice.* » (S6 – Après).

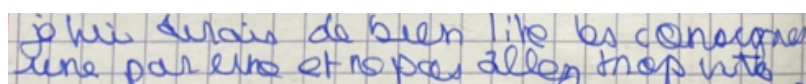


Exemple 92: Autoévaluation (S6 - Après)

Lors de la première séance, lorsqu'il répond aux questions de l'enseignant/du chercheur, Malek envisage de changer ses stratégies (**autoprojection**), tant à l'oral qu'à l'écrit (exemple 93), mais il ne formule pas de changement efficace par rapport aux tâches/exercices. Durant les semaines suivantes, Malek répond aux questions métacognitives uniquement des stratégies qu'il souhaite conserver, mais reste très peu explicite sur les modifications qu'il souhaite mettre en œuvre, celles-ci sont peu liées aux tâches/exercices : « *Moi je referais pareil, mais si ça se trouve il y en a des différents.* » (S1 – Après). « *Si on n'arrive vraiment pas sur un, déjà de pas rester bloqué. Mais si après on n'y arrive encore pas bein demander soit au prof soit aux gens qui y sont arrivés.* » (S5 – Après).



Exemple 93: Autoprojection (S1 - Après)



Exemple 94: Autoprojection (S3 - Après)

Évolution des réponses orales et écrites liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 86) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 86 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures	E	OE	O								O							
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques																EE	E	

Lorsqu'il répond aux questions métacognitives, Malek évoque des **connaissances** antérieures davantage avant et pendant les tâches/exercices qu'après. Il évoque

davantage de connaissances à l'écrit qu'à l'oral. En S1 et S4 Malek mobilise dans ses réponses, uniquement des connaissances sur les tâches/exercices en faisant référence à l'énoncé ou à la discipline : «Moi j'ai juste parce que bein, si on connaît bien nos tables ça devrait aller. » (S4 – Pendant).

Exemple 95: Connaissances (S1 - Pendant)

En S6, Malek ne fait plus appel à des connaissances sur les tâches/exercices ou à la discipline dans ses réponses aux questions, mais évoque des situations antérieures à l'écrit :

Exemple 96: Connaissances (S6 - Avant)

Évolution des réponses orales et écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

Le troisième thème (tableau 87) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories

Tableau 87: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité	E		EE						E	O	OE		O			E		OE
	Sécurité							E			E	E	E				E	E	E

Le nombre de **sentiments** évoqués dans les réponses de Malek augmente si l'on compare les semaines où il est présent. En S1 il évoque des sentiments d'insécurité, uniquement dans ses réponses aux sollicitations écrites. En S4 et S6, il répond aux questions orales et écrites avec des sentiments de sécurité et d'insécurité, à huit reprises chaque semaine. Malek exprime ses sentiments davantage avant (7 réponses) et après (7 réponses) les tâches/exercices que pendant (4 réponses). Lorsqu'il exprime ses sentiments, par écrit ou oralement, cela concerne principalement sa compréhension. Les réponses aux sollicitations sont peu détaillées et peu nuancées, soit Malek exprime dans ses réponses qu'il ne comprend pas, soit qu'il a compris, mais

il ne justifie pas ses sentiments : « Et ça va parce que maintenant, au début de l'exercice ça allait pas. » (S4 – Pendant). « Moi non, bein parce que j'ai pas bien compris l'exercice. » (S6 – Après).

Exemple 97: Sentiment (S1 - Pendant)

Exemple 98: : Sentiment sécurité (S6 - Pendant)

Exemple 99: Sentiment d'insécurité (S6 - Après)

4.3.2.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution de Malek lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 88 et 89) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 88 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 89 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 88: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	2	3	8
	Justifier	0	0	2
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 89 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXX		X	XXX		XX	XXX	
	Justifier son action		XX							
	Auto-évaluation			XX			X			X
	Aut-projection			XX			X			XX

Avant de se pencher en détail sur les stratégies employées et évoquées par Malek, un premier coup d'œil sur ses différentes productions permet de constater que la quantité de traces écrites augmente entre le début et la fin de l'expérimentation. Une analyse

plus fine suite au codage de ces traces permet de confirmer cette impression puisque seulement deux stratégies sont observées pour la TC1 (exemple 100), trois pour la TC2 (exemple 101) et dix pour la TC3 (exemple 102). Pour la TC1, la seule **action** visible sur la feuille est la présence d'une réponse partielle sous forme d'estimation de la solution. Pour la TC2, Malek réalise un schéma et y note des informations numériques issues de sa réflexion. Pour cette TC2, comme pour la TC1, il propose une réponse. Dans la TC3, il note des calculs, réalise un tableau, formule des phrases de réflexion et de justification dans lesquelles il établit des liens entre les données. La quantité mais aussi la qualité des actions présentes sur ses productions augmente.

Marie a fait des confitures et a placé les pots (petit, moyens et grands) sur trois rayons:

Il y a exactement 3 kg de confiture sur chaque rayon.
Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit pot ?

un pot de taille moyenne fait 100 grammes !
un petit pot fait 50 grammes !

Exemple 100: Tâche complexe 1 de Malek

Est-il possible de répartir 44 billes dans 10 sacs : 3 sacs rouges et 7 sacs jaunes.
Si oui, comment ?

Attention : tous les sacs d'une même couleur doivent contenir le même nombre de billes.

Exemple 101: Tâche complexe 2 de Malek

Guillaume a atteint la cible avec toutes ses fléchettes. Il compte ses points: 50.
Jeanne joue et dit: « J'ai aussi 40 points et le même nombre de fléchettes dans la cible, mais moi, j'en ai mis une au centre ».
Combien ont-ils chacun mis de fléchettes dans la cible et dans quelles zones ?

Guillaume	Jeanne
5+5+5+9+5	au centre 2x
9+9+9+9+5=40	1x11+
Six fléchettes	5+5+11+9+9+5=40
	Six fléchettes Jeanne !

Exemple 102: Tâche complexe 3 de Malek

L'analyse des réponses de Malek lors des entretiens met en évidence que les actions explicitées durant l'entretien 3 sont plus nombreuses que pour les entretiens 1 et 2. Lors de l'entretien 1, Malek ne reformule ni la consigne ni la question avant la tâche ni l'objectif. Il n'évoque pas d'avoir fait de plan avant de commencer la tâche. Cependant, lorsqu'il répond aux questions de l'enseignant/du chercheur, il explicite ses actions de manière détaillée et en lien avec la tâche :

« Donc je les ai divisés en deux, les petits et les moyens. J'ai divisé un moyen en deux et pour moi ça faisait un petit. Du coup, bah j'ai marqué 100g ». (Entretien 1 – Pendant).

Lors du deuxième entretien, lorsqu'on lui demande d'expliciter ses actions avant la tâche, Malek formule l'objectif d'avoir la bonne réponse, sans le détailler : *« J'aimerais bien avoir la bonne réponse parce que bein la dernière fois, j'avais pas eu la bonne réponse. »* (Entretien 2 – Avant). Lorsqu'on lui demande s'il a un plan, il éprouve des difficultés pour répondre :

« Ben pas vraiment non plus, mais genre, je sais pas comment dire, mais j'ai essayé de les séparer et voir ce que ça donnait donc non genre heu je sais pas comment dire, mais déjà, j'ai commencé par dessiner les sacs. » (Entretien 2 – Avant).

Lors de l'entretien 3, Malek précise toujours l'objectif d'arriver à réaliser la tâche, mais il formule également ce qu'il a compris de l'exercice, ce qu'il n'a pas fait lors des entretiens précédents : *« Bein non, j'avais compris que ben il fallait le même nombre de flèches chez les deux personnes. Et je n'avais pas vraiment d'objectif, sauf d'y arriver. »* (Entretien 3 – Avant). En ce qui concerne la planification, Malek a organisé sa réflexion sous forme de tableau et il a noté une donnée importante de l'énoncé sur sa feuille avant de commencer à calculer :

« J'ai commencé par faire les deux. J'ai écrit Guillaume et puis Jeanne. Puis j'ai séparé les deux. Puis j'ai marqué qu'au centre elle avait, elle en avait un au centre de onze. Et puis que j'ai essayé de faire mes calculs pour voir comment faire. » (Entretien 3 – Avant).

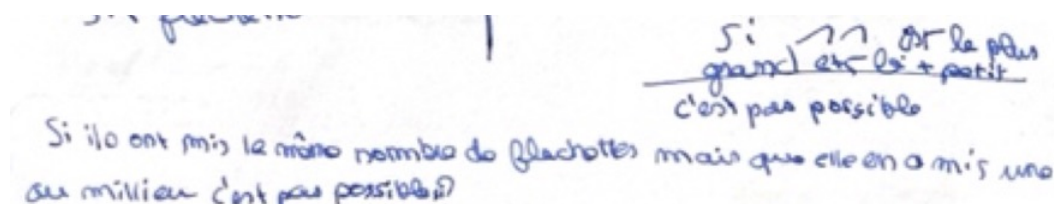
La plupart des réponses de Malek pour expliciter ses actions concernent le temps métacognitif « pendant » la tâche. Lors des différents entretiens, les réponses de Malek sont généralement détaillées et en lien avec la tâche, nous n'observons pas de différences entre les réponses formulées par Malek pour expliciter ses actions pendant les tâches au fil des entretiens :

« Donc je les ai divisés en deux, les petits et les moyens. J'ai divisé un moyen en deux et pour moi ça faisait un petit. Du coup, bah j'ai marqué 100g parce que c'était la réponse qui était la plus proche. » (Entretien 1 – Pendant).

« J'ai mis d'abord le nombre de sacs qu'il devait y avoir, je les ai dessinés et j'ai écrit la couleur dedans. Et puis bein après j'ai fait mon calcul dans ma tête. » (Entretien 2 – Pendant).

« Et puis après j'ai fait celui-là et ça faisait 40, il n'y avait pas de onze et j'ai essayé de, de faire avec, donc six fléchettes là et je suis arrivé avec un onze. » (Entretien 3 – Pendant)

Les deux premières productions écrites de Malek ne permettent pas d'identifier de traces de justification de ses actions. Par contre, lors de la TC3, Malek tente de justifier par des phrases qu'il est impossible de trouver une réponse (exemple 103).



Si ils ont mis le même nombre de fléchettes mais que elle en a mis une au milieu c'est pas possible?

Si 11 est le plus grand et le + petit c'est pas possible

Exemple 103: TC3 - Justification

Lors des entretiens, Malek répond aux questions en **justifiant** son action uniquement lors de l'entretien 1 et il explicite des actions qui ont eu lieu pendant la tâche : « J'ai marqué 100 g parce que c'était la réponse qui était la plus proche. » (Entretien 1 – Pendant). Lorsque le chercheur lui demande de justifier son estimation pour la masse d'un grand pot, il développe davantage sa justification :

« Si ça aurait été 100g, il y aurait jamais eu assez de poids, il n'y aurait pas eu assez de poids et ça aurait été par exemple deux kilos. Il y aurait eu trop de poids et bein un kilo c'était la réponse la plus proche. » (Entretien 1 – Pendant).

Les traces écrites sur les feuilles de Malek ne permettent pas d'observer d'**autoévaluation**. Malek répond aux questions d'autoévaluation pour chaque entretien. Sur les quatre autoévaluations, trois d'entre elles sont positives et chaque autoévaluation est justifiée. Nous pouvons identifier une différence entre l'entretien 1 et les deux entretiens suivants. Lors du premier entretien, Malek s'autoévalue d'abord négativement et justifie son insatisfaction de manière plus détaillée que pour les

entretiens suivants. Il se focalise sur la réponse, mais aussi sur des éléments qu'il a oublié de noter sur sa feuille :

« Non. Parce que j'ai oublié de marquer déjà les grands pots. J'ai oublié de marquer la réponse. Et bein je suis pas arrivé à cinq kilo, du coup bah j'ai pas vraiment fait l'exercice. J'ai fait ce que je pense, ce qui était le plus proche. Du coup j'ai pas trouvé les cinq kilos. J'aurais été plus fier si j'aurais trouvé les cinq kilos. » (Entretien 1 – Après).

Pour les deux autres entretiens, il justifie son autoévaluation en mentionnant des éléments de la consigne ou le fait d'avoir trouvé la réponse malgré les difficultés qu'il a éprouvées :

« Oui. Parce que c'était bon avec le, c'était cohérent avec l'énoncé, du coup bah pour moi c'était bon. » (Entretien 2 -Après). « Oui, parce que j'étais un des derniers à rendre la feuille. Parce que j'y arrivais pas et j'y suis arrivé à la fin. Du coup bein c'est, j'étais content. » (Entretien 3 – Après).

Enfin, aucune stratégie d'**autoprojection** n'a été identifiée sur les feuilles de Malek. Par contre, lors des entretiens, Malek a systématiquement répondu à la question sur l'évaluation de ses stratégies. Il n'évoque, dans aucun entretien, la possibilité de modifier ses stratégies. Lors du premier entretien, Malek évoque dans sa réponse deux stratégies efficaces pour la résolution de la tâche : *« Ben oui, parce que j'ai essayé d'abord de trouver les gros pots, la valeur des gros pots. Et bien c'est ça qui m'a aidé pour refaire le reste. Du coup, bah je ferais comme ça aussi. » (Entretien 1 – Après).* Lors du second entretien, la réponse de Malek est courte et peu détaillée : *« Mais d'abord de dessiner les sacs. Comme ça, j'avais le visuel. » (Entretien 2 – Après).* Lors de l'entretien 3, il répond de manière détaillée et mobilise des stratégies qu'il avait évoquées lors de la planification, ce qu'il n'a pas fait lors des entretiens précédents pour lesquels il n'avait pas planifié : *« Séparer en deux Jeanne et Guillaume. Et puis après marquer toutes les caractéristiques qu'ils avaient déjà. Donc elle, elle en avait un de onze lui pas, du coup bein déjà le marquer avant de commencer l'exercice. » (Entretien 3 – Après).*

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 90 et 91) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 90 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 91 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 90: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	1	3	5

Tableau 91: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures		X			X	X		XX	X
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

Le nombre de **connaissances** est en augmentation sur les feuilles de Malek au cours de l'expérimentation. Lors de la TC1, une seule connaissance apparaît sur sa feuille. Sur la feuille de la TC2, il utilise des données de l'énoncé pour réaliser son schéma et pour formuler sa réponse. La feuille de la TC3 présente des traces de connaissances plus variées, dans des calculs, des questionnements, des justifications sous forme de phrases et des explications. Les réponses de Malek lors des entretiens permettent également d'observer une évolution entre les différents temps de l'expérimentation. Les réponses de Malek faisant appel à des connaissances antérieures augmentent entre l'entretien 1 (1 connaissance), l'entretien 2 (2 connaissances) et l'entretien 3 (3 connaissances). Lors de l'entretien 1, la connaissance est évoquée pendant la tâche, lors de l'entretien 2 les connaissances sont mobilisées dans ses réponses pendant et après la tâche et lors de l'entretien 3, les connaissances sont mobilisées avant, pendant et après la tâche. Lors des entretiens 1 et 3, Malek fait référence à des connaissances issues de l'énoncé, notons que lors de l'entretien 3, c'est trois fois la même connaissance qui est évoquée : « *Hum, parce que il y en avait dix de gros pot [...]* » (Entretien 1 – Pendant). « *Donc elle, elle en avait une de onze et lui pas.* » (Entretien 3 – Après). Lors de l'entretien 2, Malek fait référence à la consigne, mais ne donne pas de détail : « *C'était cohérent, c'était un peu ce qui était demandé dans l'énoncé [...]* » (Entretien 2 – Pendant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 92 et 93) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 92 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 93 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

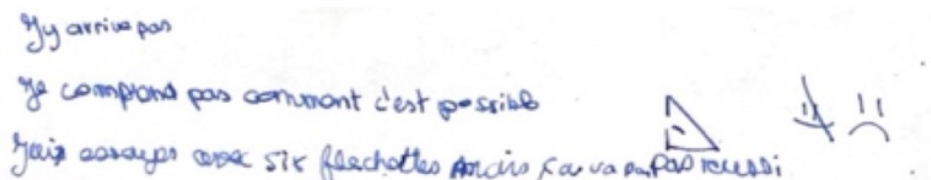
Tableau 92: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	4
	Sentiment de sécurité	0	0	1

Tableau 93 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité		XX						XX	
	Sécurité				X				XX	

Concernant les **sentiments**, aucun élément présent sur les feuilles de Malek ne permet d'identifier de sentiment lors de la résolution des TC1 et TC2. Par contre, lors de la TC3, Malek rédige des phrases sur sa feuille lorsqu'il se sent en difficulté, il réalise également deux dessins exprimant l'état émotionnel dans lequel il se trouve (exemple 104).



Exemple 104: Sentiments (TC3)

Lors des entretiens, Malek évoque des sentiments dans ses réponses uniquement pendant les tâches. Lors de l'entretien 1, il répond avoir été en difficulté par rapport au manque d'information de la consigne : « *Bein ne pas connaître le poids des gros, des gros pots, ça aurait été plus facile si on les aurait sus.* » (Entretien 1 – Pendant). Lors de l'entretien 2, nous relevons un sentiment de sécurité dans ses réponses aux questions, mais sa phrase est courte et peu explicite : « *Ça allait bien avec l'énoncé, bein je me suis dit que c'était bon.* » (Entretien 2 – Pendant). C'est durant l'entretien 3 que Malek exprime le plus de sentiments, mais aussi des réponses plus détaillées et justifiées : « *Bein je ne comprenais pas s'il y en avait une de onze et que lui n'en avait pas, je comprenais pas s'il avait le même nombre de flèches qui pouvaient avoir le même nombre de points.* » (Entretien 3 – Pendant).

4.3.2.3 Synthèse du portrait de Malek

L'analyse croisée des différentes sources de données nous permet d'identifier des lignes de convergence dans l'évolution de Malek.

Traces écrites et orales à l'entraînement

Les **actions** explicitées par Malek lors de l'entraînement augmentent avant les tâches/exercices entre S1 et S4, ceci est principalement dû à une augmentation des réponses orales de Malek. Ses réponses, qu'elles soient orales ou écrites, sont plus détaillées et précises lorsqu'il explicite ses actions avant les tâches/exercices. Malek a démontré dès la première semaine d'entraînement sa capacité à **justifier** ses actions lorsqu'il répond aux questions métacognitives, à l'oral et à l'écrit. Cependant, aucune autre évolution qu'une légère diminution des justifications n'a été observée dans cette catégorie de réponse tout au long de l'entraînement. Les réponses orales et écrites de Malek aux questions d'**autoévaluation** sont principalement positives. Cependant, ses justifications sont peu explicites et peu en lien avec l'objectif de l'exercice, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. Les réponses de Malek qui rentrent dans la catégorie "**autoprojection**" concernent des stratégies à conserver, peu détaillées et peu efficaces pour réaliser les tâches/exercices.

Pour le thème des **connaissances**, nous constatons qu'à l'entraînement, Malek formule des connaissances propres aux tâches/exercices de S1 à S4 et des connaissances liées à son vécu en S5 et S6. Les connaissances mobilisées à l'entraînement le sont le plus souvent à l'écrit, avant et pendant les tâches/exercices.

Le nombre de réponses de Malek qui rentrent dans la catégorie "**sentiments**" augmente au cours des semaines d'entraînement. Les sentiments exprimés dans ses réponses lors de l'entraînement le sont principalement avant et après les tâches/exercices, surtout à l'écrit.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Nous constatons une augmentation de la diversité et de la quantité des traces d'**actions** sur la feuille de la TC3 de Malek par rapport aux tâches précédentes. Sur la feuille de la TC3, Malek **justifie** ses actions alors qu'il ne l'a pas fait pour les tâches complexes précédentes. Par contre, il n'y a pas de trace d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection**. Le nombre de **connaissances** en lien avec la tâche est en augmentation entre TC1 et TC2 et entre TC2 et TC3. Malek exprime des **sentiments** sur la feuille de la TC3 alors qu'il ne l'a pas fait sur les feuilles des autres tâches complexes.

Réponses orales lors des entretiens

Lors des entretiens nous constatons une augmentation du nombre d'actions explicitées dans les réponses de Malek. Il explicite davantage les **actions** qui ont eu lieu pendant la tâche. Cependant, c'est avant la tâche que l'on observe une évolution dans ses réponses, Malek formule un objectif et détaille son plan de manière explicite lors de l'entretien 3 alors qu'il ne le faisait pas avant. Lorsqu'il répond aux questions du chercheur, Malek **justifie** peu ses actions, mais il est capable de se justifier dès le premier entretien. Malek est le plus souvent satisfait de son travail lorsqu'il répond aux questions d'**autoévaluation**. Cependant, il fait peu de lien avec l'objectif de la tâche. Pour les réponses de Malek aux questions d'**autoprojection**, la seule évolution que nous constatons concerne l'entretien 3 au cours duquel Malek évoque davantage de détails et fournit une réponse plus efficace pour réaliser la tâche que lors des entretiens précédents.

Les **connaissances** évoquées par Malek, lorsqu'il répond aux questions pendant les entretiens, le sont le plus souvent pendant et après la tâche. Le nombre de connaissances évoquées par Malek augmente à chaque entretien. Malek répond aux questions en évoquant ses **sentiments** le plus souvent pendant la tâche. Il exprime davantage de sentiment à chaque nouvelle tâche complexe.

En résumé, pour Malek, élève de niveau moyen en mathématique, les progrès les plus notables concernent l'augmentation du nombre d'actions explicitées à l'oral avant les tâches/exercices. Cette augmentation est à la fois observée dans les

réponses orales lors des sollicitations métacognitives régulières et lors des entretiens oraux avec l'enseignant/le chercheur¹⁸ portant sur la réalisation des tâches complexes utilisées comme tâches de contrôles. De plus, lors du troisième entretien en semaine 6/6, Malek formule oralement un objectif et planifie son travail, ce qu'il n'avait pas fait lors des entretiens précédents. Les traces écrites sur la feuille de la troisième tâche complexe en semaine 6/6 sont également plus nombreuses et diversifiées que sur les feuilles précédentes. Que ce soit à l'oral ou à l'écrit, les justifications des actions de Malek sont peu nombreuses, quel que soit le type de questionnement. Lorsqu'il répond aux questions d'autoévaluation, à l'oral ou à l'écrit, Malek s'évalue le plus souvent positivement, mais sans faire de lien explicite avec les tâches/exercices. C'est un élève qui éprouve des difficultés à évaluer ses stratégies, il y parvient uniquement à l'oral lors du troisième entretien en semaine 6/6.

Par ailleurs, lorsque Malek répond aux sollicitations métacognitives régulières, ses réponses écrites contiennent plus de connaissances que ses réponses orales. En ce qui concerne les tâches complexes, les traces écrites contenant des connaissances sont en augmentation d'une tâche à l'autre. Cette tendance est également vérifiée pour les réponses orales données par Malek au cours des entretiens.

Enfin, lorsque Malek répond aux sollicitations métacognitives régulières avec des sentiments, il le fait davantage à l'écrit. C'est également pour cette modalité de réponse que le nombre de sentiments est le plus en augmentation pour les sollicitations régulières. Concernant les sentiments présents à l'écrit, Malek en note sur la feuille de la troisième tâche complexe alors qu'il ne l'a pas fait sur les autres documents. Enfin, dans ses réponses orales lors des entretiens, il évoque davantage de sentiment à chaque nouvel entretien.

¹⁸ Pour rappel, dans cette modalité, le chercheur qui mène les entretiens est également l'enseignant qui donne cours de mathématiques à ce groupe.

4.3.3 Portrait d'Hanna

Pour rappel, Hanna est âgée de 12 ans, c'est une élève dont la moyenne des scores en mathématiques est supérieure au troisième quartile des scores de la classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Hanna a suivi un parcours scolaire sans redoublement, elle n'est pas non plus en avance. Aucun trouble de l'apprentissage ou autre diagnostic n'est à mentionner dans son dossier scolaire.

4.3.3.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 94 présente la distribution et l'évolution des réponses de Hanna aux sollicitations métacognitives sur les trois thèmes étudiés (stratégies, connaissances et sentiments) au cours des six semaines d'entraînement.

Tableau 94: Évolution de la répartition des réponses de Hanna lors de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	69,2%			85,7%			63,6%			60,0%			88,9%			83,3%		
	Justifier son action																		
	Auto-évaluation																		
	Aut-projection																		
Connaissances	Antérieures	7,7%			14,3%			18,2%			20,0%			0,0%			0,0%		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		
Sentiments	Insécurité	23,1%			0,0%			18,2%			20,0%			11,1%			16,7%		
	Sécurité																		

Le tableau 94 permet d'analyser l'évolution de la répartition des réponses d'Hanna selon les différentes thématiques. Le seul constat que l'on peut faire est que le nombre de réponses aux sollicitations est plus important en début d'expérimentation (S1 - 13 réponses) par rapport aux deux semaines qui suivent (S2 - 9, S3 - 11 réponses) et le nombre de réponses est plus important après le congé (S4 - 20 réponses) pour ensuite diminuer (S5 - 9 réponses, S6 - 6 réponses). Cette tendance s'observe également pour l'ensemble des stratégies. Le nombre et la proportion des réponses liées aux connaissances augmentent entre S1 (1 réponse - 7,7% des réponses) et S4 (4 réponses - 20% des réponses). À partir de S5, Hanna ne répond plus aux questions avec des connaissances. D'une semaine à l'autre, le nombre de réponses liées aux sentiments est trop variable pour dégager une tendance.

Évolution des réponses orales et écrites liées aux stratégies pendant les six semaines

Le tableau 95 présente la répartition des réponses orales et écrites d'Hanna suivant les semaines, les catégories et les temps métacognitifs. Ces réponses entrent dans la thématique "Stratégies".

Tableau 95: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des stratégies

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	EE	OE		EEE	E		OEE	E		EEEE	EE		EE	OOEE		E	O	
	Justifier son action		OE						O			E						O	
	Auto-évaluation			EE			E			E			EE			E			E
	Aut-projection			O		E			E			OE			E				E

Légende :

E → Réponse écrite / O → Réponse orale

Expliciter son action

E ou O → Action simple / E ou O → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

E ou O → élève insatisfait de son travail / E ou O → élève satisfait de son travail / E ou O → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

E ou O → changer ou modifier sa stratégie / E ou O → conserver sa stratégie / E ou O → justifie son autoprojection

La première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies (26 réponses sur 47). Lorsqu'elle répond aux questions métacognitives de l'enseignant, Hanna évoque ses actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, lorsqu'il lui est demandé de formuler son objectif et d'expliquer son plan de résolution. À ce moment, Hanna répond le plus souvent à l'écrit (14 réponses écrites et 1 réponse orale), c'est aussi avant les tâches/exercices qu'elle explicite le plus d'actions dans ses réponses. Par contre, pendant les tâches/exercices, les réponses d'Hanna sont plus équilibrées entre l'écrit (7 réponses) et l'oral (4 réponses).

D'un point de vue qualitatif, lorsqu'Hanna écrit son objectif (exemples 105 et 106) et sa planification (exemples 107 et 108) avant les tâches/exercices, ses réponses sont plus hiérarchisées, c'est-à-dire qu'elles suivent un ordre logique avec plusieurs actions successives dans la même réponse, lors des trois premières semaines. Nous n'identifions pas de différence dans l'explicitation écrite des réponses de Hanna pendant les tâches/exercices au fil des semaines.

Il faut découper plusieurs bandes et faire un quadrilatère avec 2 de celle-ci.
Mon objectif est de trouver des solutions possibles.

Exemple 105: Objectif (S1 - Avant)

1) il faut trouver une fraction irréductible de la partie grise.

Exemple 106: Objectif (S5 - Avant)

2) Je vais tester en traçant les diagonales pour qu'il y ait un de côté en les traçant.

Exemple 107: Planification (S2 – Avant)

2) Je dois faire attention à comment je vais diviser.

Exemple 108: S5 - Planification – Avant

Je suis en train de superposer les bandes entre elles et de trouver des quadrilatères. Parce que c'est la consigne.

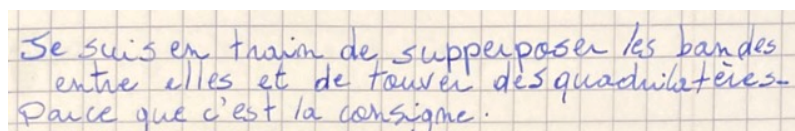
Exemple 109: (S1 – Pendant)

4) ~~car~~ en faisant les tables de chacun des nombres pour voir s'il y en a en commun.

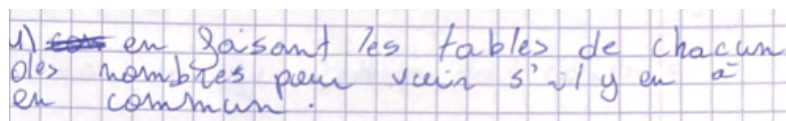
Exemple 110 : (S4 – Pendant)

À l'oral, nous ne constatons pas d'évolution dans la qualité des réponses aux sollicitations proposées par Hanna pendant les tâches/exercice à l'entraînement : « Bah, je fais des parallélogrammes puis après je les coupe dans le sens de la diagonale. » (S1 – Pendant). « Bein je calcule dans ma tête, et puis si j'ai un peu du mal je calcule sur le papier. » (S5 – Pendant).

Lors de l'entraînement, Hanna répond aux questions en **justifiant** ses actions parfois oralement, parfois par écrit, mais uniquement pendant la réalisation des tâches/exercices. Il n'y a pas d'évolution dans le nombre de ses justifications ni dans la manière de les exprimer, elles sont peu détaillées : « Je me suis dit autant essayer à la latte pour voir si ça faisait différents triangles » (S1 – Pendant). « Bein moi ça marche que pour le $\frac{3}{5}$, mais faire fois 2 pour arriver au même dénominateur. » (S6 – Pendant).

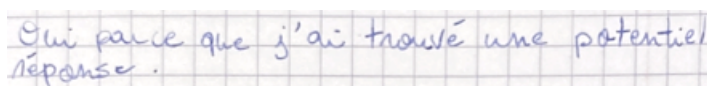


Exemple 111: Justifier (S1 - Pendant)

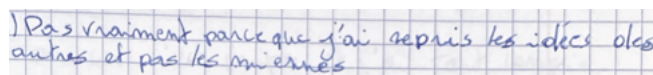


Exemple 112: Justifier (S4 - Pendant)

Sur les huit **autoévaluations** qu'elle évoque dans ses réponses, Hanna s'autoévalue cinq fois positivement. Elle ne répond aux questions d'autoévaluation que par écrit et se justifie à chaque fois, sauf en S6. La justification écrite de ses autoévaluations reste très peu détaillée et elle ne fait pas de lien avec les objectifs des tâches/exercices. Pendant des deux premières semaines, son autoévaluation porte sur la réussite des tâches/exercices ou le fait d'avoir eu besoin des idées des autres (exemples 113 et 114) :

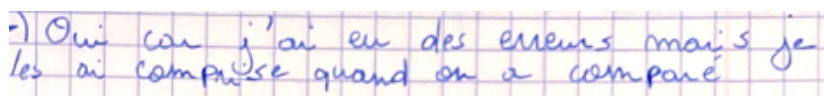


Exemple 113: Autoévaluation (S1 - Après)



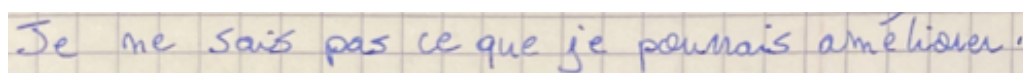
Exemple 114: Autoévaluation (S2 - Après)

Les semaines suivantes, elle répond aux questions en notant son niveau de compréhension (exemple 115) :



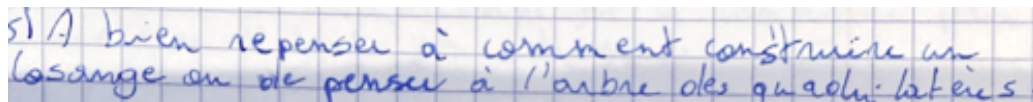
Exemple 115: Autoévaluation (S5 - Après)

Lorsque l'enseignant lui pose des questions métacognitives, Hanna évalue ses stratégies davantage en répondant à l'écrit (6 fois) qu'à l'oral (2 fois). La majorité (6 réponses sur 8) des réponses concernant les stratégies d'**autoprojection** sont justifiées. En S1, Hanna ne parvient pas à formuler de réponses par écrit à la question d'évaluation de ses stratégies (exemple 116):

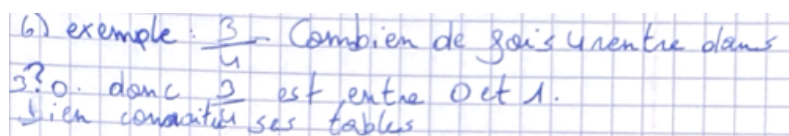


Exemple 116: Autoprojection (S1 - Après)

À partir de S2, elle parvient à répondre aux questions par écrit en explicitant des stratégies à conserver qui sont efficaces pour la réalisation des tâches/exercices (exemples 117 et 118) :



Exemple 117: Autoprojection (S2 - Après)



Exemple 118: Autoprojection (S6 - Après)

Notons toutefois que sa réponse lors de S1 répond à la question d'un changement de stratégie, elle ne réfléchit pas aux stratégies à conserver. Par contre, par la suite, Hanna n'évalue que les stratégies qui l'ont aidée et ne se pose plus la question de la modification des stratégies. Nous pouvons dire qu'Hanna n'a pas montré de progrès dans sa capacité à envisager un changement de stratégie, par contre à partir de S2 elle parvient à identifier des stratégies propres aux tâches/exercices qui l'ont aidée dans la résolution celles-ci.

Hanna parvient à répondre aux questions d'autoprojection à l'oral dès S1, mais elle ne se justifie qu'après la relance de l'enseignant: « *Moi je ferais pareil. [Relance] Bien tracer des parallélogrammes et trouver les diagonales* ». (Autoprojection – S1 – Après). « *Je ferais pareil.* » (Autoprojection – S4 – Après). Il n'y a pas davantage d'évolution dans ses réponses orales qu'écrites.

Évolution des réponses orales et écrites liées aux connaissances pendant les six semaines

Le deuxième thème (tableau 96) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories.

Tableau 96 : Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des connaissances

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures		E				E			EE		E	EE	E					
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques																		

Hanna répond aux questions métacognitives en évoquant des **connaissances** toujours par écrit. Durant les quatre premières semaines, le nombre de réponses écrites contenant des connaissances augmente. À partir de S5, Hanna ne note plus de connaissance dans ses réponses aux questions. Les connaissances sont présentes le plus souvent dans les réponses pendant les tâches/exercices (exemples 119 et 120). Au cours de S4, elle répond aux questions aux trois moments métacognitifs, ce qu'elle n'a pas fait les semaines précédentes. Lorsqu'elle fait référence à des connaissances antérieures, ses réponses sont peu détaillées et font référence à des données issues de la consigne ou à des connaissances liées à la discipline.

Je vais revenir dans la consigne et le vocabulaire.

Exemple 119: Connaissances (S3 - Pendant)

Je vais suivre les étapes d'au-dessus

Exemple 120: Connaissances (S4 - Avant)

Évolution des réponses orales et écrites liées aux sentiments pendant les six semaines

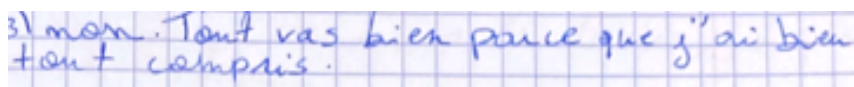
Le troisième thème (tableau 97) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories

Tableau 97: Classement des réponses issues de l'entraînement et contenant des sentiments

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité	E		E					O							E			E
	Sécurité			E					E		EE	EE							

Hanna répond aux questions en évoquant des **sentiments** essentiellement par écrit (11 réponses sur 12). Ces réponses sont plus nombreuses en S1 (3 réponses) et après le congé en S4 (4 réponses) que les autres semaines. Les réponses d'Hanna contiennent des sentiments aux trois temps métacognitifs, mais le plus souvent pendant et après les tâches/exercices. Il s'agit à la fois de sentiments de sécurité (exemples 121 et 122) et d'insécurité (exemple 123). Lorsqu'Hanna répond aux questions par des sentiments, cela concerne la plupart du temps son niveau de compréhension (exemples 121 et 123)

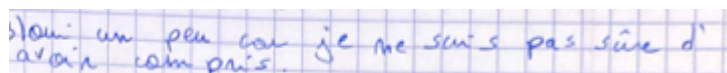
(7 réponses sur 11), mais sans formuler de détail, les autres réponses concernent le fait de réussir l'exercice ou de trouver une réponse :



Exemple 121 : Sentiment de sécurité (S4 - Pendant)



Exemple 122 : Sentiment de sécurité (S4-Pendant)



Exemple 123 : Sentiment d'insécurité (S6 - Pendant)

4.3.3.2 Analyse des traces écrites de réalisation des tâches complexes (TC) et des entretiens oraux

Les deux autres sources de données proviennent des traces de résolution de Hanna lors de la résolution des tâches complexes ainsi que des entretiens qui ont été menés après la réalisation de celles-ci.

Évolution des réponses liées aux stratégies

Le premier thème (tableaux 98 et 99) traite des stratégies et a été subdivisé en quatre catégories. Le tableau 98 donne à voir le classement des traces écrites dans les catégories relatives aux stratégies. Le tableau 99 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux stratégies.

Tableau 98: Stratégies identifiées dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	8	8	17
	Justifier	0	0	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0

Tableau 99 : Stratégies identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXXXX			XXXXXXXX		X	XXXXXX	
	Justifier son action		XX						XXX	
	Auto-évaluation			XX			XX			X
	Aut-projection						XX			

Sur les feuilles des tâches complexes d'Hanna, nous n'identifions pas d'augmentation des traces de stratégies entre la TC1 (8 traces) et la TC2 (8 traces) mais bien entre la TC2 (8 traces) et la TC3 (17 traces). Pour la TC1 (exemple 124), les **actions** visibles sont par exemple la présence d'une estimation, de notes sur l'illustration et de flèches.

Marie a fait des confitures et a placé les pots (petits, moyens et grands) sur trois rayons :

Il y a exactement 5 kg de confiture sur chaque rayon.

Combien pèsent un grand pot, un pot moyen et un petit ?

5 pots = 5 kg $\rightarrow$ 1 moyen pot

1 grand pot = 1 kg

1 grand pot = 500 g

1 petit + 1 petit = 250 g

Est-il possible de répartir les billes dans les sacs $\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z\}$ sachant que :

- Il y a exactement 100 billes
- Il y a au moins 1 bille dans chaque sac
- Il y a au moins 2 billes de la même couleur dans chaque sac

Attention : tous les sacs d'une même couleur contiennent la même nombre de billes.

On a : $100 = 10 \cdot 10 = 20 \cdot 5 = 25 \cdot 4 = 50 \cdot 2 = \dots$
 $(2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, \dots)$

5 sacs de 10 billes : A, B, C
 8 sacs de 5 billes : D, E, F, G, H, I, J, K

Exemple 125 : Tâche complexe 2 de Hanna

[illegible]

156

« Bein je me suis dit je vais d'abord commencer par faire les sacs. (Entretien 2 – Avant). Lors de l'entretien 3 lorsque l'enseignant/le chercheur lui demande si elle a un plan, elle évoque des étapes de résolution sans qu'on lui pose de question de relance : « J'ai pris vite fait les données qu'il y avait. Et puis après, j'ai essayé de faire des calculs pour trouver deux ou trois trucs. » (Entretien 3 – Avant).

Concernant ses explications sur son travail pendant la tâche, Hanna explicite ses actions de résolution de manière hiérarchisée et détaillée. Il n'y a pas d'évolution entre les trois entretiens :

« Bah j'ai commencé par noter les kilos sur les étagères, puis après j'ai compté les pots pour essayer de me repérer et ça faisait euh. J'ai noté au-dessus, là, donc c'était 9 pots et 13 pots. (Entretien 1 – Pendant). »

« Parce que quand j'ai, je sais plus combien j'avais mis, mais quand j'avais noté dans les sacs rouges, je me suis dit là ça va aller, maintenant je vais essayer de trouver le nombre qu'il faut et diviser par 7 [...]. » (Entretien 2 – Pendant).

Dans l'entretien 3, Hanna est moins précise dans ces explications, mais elle utilise les données présentes sur sa feuille (plus nombreuses que pour les autres TC) pour appuyer ses propos :

« Mais en fait à un moment je me suis dit, ils peuvent avoir fait la même chose. Et donc, j'ai réfléchi pour avoir des calculs qui pouvaient être les mêmes pour la, pour les mêmes personnes. Et du coup, je suis tombée sur ça, c'était pour arriver à une autre réponse. » (Entretien 3 – Pendant).

La différence que nous relevons dans les réponses formulées par Hanna dans l'explicitation de ses actions, c'est dans la manière de gérer ses idées et ses difficultés. Lors du premier entretien, elle répond qu'elle réfléchit dans sa tête et qu'elle s'embrouille dans ses idées, peu de ses réflexions orales sont présentes sur sa feuille : *« J'ai essayé de réfléchir, je m'embrouille dans ma tête, je partais à droite à gauche. » (Entretien 1 – Pendant).* Elle émet des hypothèses qui l'embrouillent et cela n'apparaît pas sur sa feuille : *« [...] puis à un moment donné, je me suis demandé si on comptait*

juste la confiture ou si c'était la confiture avec le poids de la boîte en plus, me suis un peu embrouillée. » (Entretien 1 – Pendant). Lors de l'entretien 2, lorsque Hanna est en difficulté, elle note ses réflexions sur sa feuille, ce qu'elle ne faisait pas lors de la TC1 : *« J'ai essayé de faire des calculs pour voir si ça marchait bien, ça n'allait pas non plus. Donc en fait les trucs je les faisais dans ma tête, mais je notais ce qu'il me fallait sur la feuille. » (Entretien 2 – Pendant).* Lors de l'entretien 3, nous constatons que Hanna organise davantage ses idées : *« Je faisais des calculs, je faisais surtout, je travaillais surtout de ce côté-là. » (Entretien 3 – Pendant).* De plus, elle prévoit un espace pour noter des hypothèses alors que lors de l'entretien 2, elle gardait les hypothèses dans sa tête sans les noter sur la feuille : *« Du coup, je mettais peut être des idées qui pouvaient être, qui pouvaient être possibles. » (Entretien 3 – Pendant).*

Les productions écrites d'Hanna lors des tâches complexes ne permettent pas d'identifier de traces de **justification** de ses actions, nous nous contentons des entretiens. Lorsque le chercheur lui pose des questions, Hanna répond en justifiant ses actions lors de l'entretien 1 et 3, uniquement pendant la tâche et davantage lors de l'entretien 3 (3 justifications) que lors de l'entretien 1 (2 justifications). Lors de l'entretien 1 Hanna répond aux questions en justifiant ses choix d'action soit de manière peu détaillée : *« [...] puis après j'ai compté les pots pour essayer de me repérer [...] » (Entretien 1 – Pendant),* soit de manière plus précise : *« [...] parce que bah sur les autres étagères y'avait pas ce qu'il fallait [...] donc j'ai abandonné l'idée. » (Entretien 1 – Pendant).* Lors de l'entretien 3, les réponses d'Hanna comportant des justifications sont peu détaillées et ne contiennent pas d'élément spécifique à la tâche. Cependant, deux de ses justifications concernent sa volonté de vérifier ses réponses, ce type de justification n'apparaît pas lors du premier entretien : *« Je faisais des calculs pour voir si tout ce que je faisais était juste et si ça tombait bien ». (Entretien 3 – Pendant).*

Nous nous contentons des entretiens pour analyser les réponses d'Hanna entrant dans la catégorie **"autoévaluation"**. En effet, les traces écrites sur les feuilles d'Hanna ne permettent pas d'observer d'autoévaluation. Lors de l'entretien 1, lorsque l'enseignant/le chercheur lui demande si elle est satisfaite de son travail, Hanna éprouve d'abord des difficultés à répondre : *« Oui, plus ou moins, enfin je sais pas. » (Entretien 1 – Après).* Avec une question de relance de l'enseignant, elle tente de

développer sa réponse, mais éprouve toujours des difficultés et cela reste confus : *« Bah de bah, des solutions que j'aurais pu trouver, mais que j'ai pas forcément trouvées. Ou peut-être que enfin, voilà. J'aurais pu trouver peut-être la réponse, mais je l'ai pas trouvée ».* (Entretien 1 – Après). On remarque que son autoévaluation porte sur le fait de trouver la solution de la tâche. Lors de l'entretien 2, Hanna éprouve moins de difficulté à répondre à la question. Son autoévaluation ne porte plus sur le fait de trouver la solution, mais bien sur le fait d'avoir trouvé des idées et d'avoir essayé de résoudre la tâche : *« Parce que j'ai pas réussi à trouver une idée ou quelque chose comme ça, qui pourrait aller, donc heu voilà. »* (Entretien 2 – Après). *« J'étais contente d'avoir essayé des choses. »* (Entretien 2 – Après). Lors de l'entretien 3, Hanna s'autoévalue par rapport à la réussite de la tâche : *« Heu oui, j'avais [...] Parce que j'avais trouvé une réponse et que je pensais qu'elle pouvait être juste. »* (Entretien 3 – Après). Si cette autoévaluation semble équivalente à celle de l'entretien 1, il faut toutefois rester prudent, car pour l'entretien 1 elle est consciente de ne pas avoir trouvé la solution alors que pour l'entretien 3 elle pense l'avoir trouvée. Nous pouvons conclure qu'il y a un changement dans la manière dont Hanna s'autoévalue lorsque sa solution est considérée comme incorrecte, ce qui se produit lors des deux premiers entretiens. Lors de l'entretien 1, ses réponses sont basées sur la réussite de l'exercice, tandis que lors de l'entretien 2, elle évalue sa capacité à générer des idées et son degré d'implication dans la résolution de la tâche. Cependant, lorsqu'elle estime avoir trouvé la solution (entretien 3), elle s'autoévalue en fonction du résultat obtenu, comme elle l'a fait dans sa réponse lors de l'entretien 1.

Aucune stratégie d'**autoprojection** n'a été identifiée sur les feuilles d'Hanna. Par contre, lors des entretiens, Hanna a systématiquement répondu à la question sur l'évaluation de ses stratégies. Une différence est identifiée entre l'entretien 1 et les deux entretiens suivants. Lors du premier entretien, Hanna ne parvient pas à évaluer ses stratégies, que ce soit des stratégies à modifier où elle évoque de changer l'énoncé de la tâche ou son état d'esprit, des éléments sur lesquels elle ne semble pas avoir de contrôle : *« Je sais pas, faudrait faudrait voir le type. Enfin faudrait voir l'exercice si on donne des données en plus si pas, mon état d'esprit [...] »* (Entretien 1 – Après). Lors de l'entretien 2, elle évalue ses stratégies sans hésitation et identifie des stratégies qui ne sont pas spécifiques à la tâche : *« De pas vouloir trop de ne pas vouloir tout réussir et pas trop être bornée. Et d'avoir moins de trucs dans sa tête. »* (Entretien 2 –

Après). Elle évoque également, dans ses réponses aux questions, l'idée de tester et de prendre des notes : « *De tester, de de noter les surplus qui sont essentiels et des trucs comme ça.* » (*Entretien 2 – Après*). Au cours de l'entretien 3, Hanna ne parvient pas à répondre à la question de l'évaluation de ses stratégies : « *De ... je ne sais pas.* » (*Entretien 3 – Après*).

Évolution des réponses liées aux connaissances

Le deuxième thème (tableaux 100 et 101) traite des connaissances et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 100 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux connaissances. Le tableau 101 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux connaissances.

Tableau 100: Connaissances identifiées dans les traces de réalisation des TC.

		Tâches complexes		
Thème	Catégories	TC1	TC2	TC3
Connaissances	Connaissances	2	6	8

Tableau 101: Connaissances identifiées lors des entretiens.

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Connaissances	Antérieures		X			X		XX		
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									

Le nombre de **connaissances** augmente sur les feuilles d'Hanna pour chaque nouvelle tâche complexe. Lors de la TC1, deux informations provenant de l'énoncé sont présentes. Lors de la TC2 (6 traces de connaissances), Hanna utilise les données de l'énoncé dans des calculs. Elle utilise également des connaissances antérieures propres à la discipline en réalisant des calculs écrits. Enfin, lors de la TC3 (8 traces de connaissances), on retrouve des traces de connaissance dans ses calculs, sur son schéma, pour vérifier son raisonnement, mais aussi dans la formulation de sa réponse, ce qui n'était pas le cas lors des tâches complexes précédentes.

Hanna ne fait appel à des connaissances antérieures, dans ses réponses, que de manière occasionnelle lors des entretiens. Elle le fait une fois lors des entretiens 1 et 2, et deux fois lors de l'entretien 3. Lors des entretiens 1 et 2, Hanna fait référence à des connaissances pour expliquer ses actions pendant les tâches complexes. « *Puis j'avais remarqué que ceux-là ils étaient empilés [...].* » (*Entretien1 - Pendant*). Elle évoque des connaissances liées à la discipline lors de l'entretien 2: « *Bein j'ai essayé avec les tables pour essayer.* » (*Entretien 2 – Pendant*). En revanche, lors de l'entretien 3, elle

évoque des connaissances, plus nombreuse, pour répondre aux questions concernant ce qu'elle a fait avant la tâche complexe :

« Donc il y a deux personnes qui jouaient aux fléchettes et ils ont chacun eu 40 points. Et il y a une personne qui dit que elle, elle a eu 40 points, mais qu'elle avait mis une fléchette au centre. » (Entretien 3 – Avant).

Évolution des réponses liées aux sentiments

Le troisième thème (tableaux 102 et 103) traite des sentiments et a été subdivisé en deux catégories. Le tableau 102 donne à voir les traces écrites provenant de la résolution des tâches complexes, classées dans les catégories relatives aux sentiments. Le tableau 103 donne à voir les réponses orales obtenues lors des entretiens qui correspondent également aux catégories liées aux sentiments.

Tableau 102: Sentiments identifiés dans les traces de réalisation des TC.

Thème	Catégories	Tâches complexes		
		TC1	TC2	TC3
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Tableau 103 : Sentiments identifiés lors des entretiens

Entretiens		TC1			TC2			TC3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Sentiments	Insécurité		XXXX			XXX			X	
	Sécurité		XX			X			XXX	

Enfin, concernant les **sentiments**, aucun élément présent sur les feuilles d'Hanna ne laisse penser à la manifestation de sentiment lors de la résolution des tâches. Par contre, lors des entretiens, Hanna évoque des sentiments pour s'exprimer sur ce qu'elle a fait pendant les tâches. Davantage de sentiments d'insécurité que de sécurité sont présents dans ses réponses au cours des deux premiers entretiens. Durant l'entretien 3, elle exprime davantage de sentiments de sécurité que d'insécurité. Lors du premier entretien, Hanna évoque à quatre reprises qu'elle s'embrouille : *J'ai essayé de réfléchir, je m'embrouille dans ma tête [...]* » (Entretien 1 – Pendant). Lors des entretiens suivants, elle ne formule plus ce genre de réponse, elle évalue davantage ses idées ou sa capacité à réaliser un calcul : « *Parce que j'ai pas réussi à diviser comme il fallait [...]* » (Entretien 2 – Pendant). « *Maintenant, je vais essayer de trouver le nombre qu'il faut et diviser par 7 et là j'ai pas réussi donc je me suis dit c'est une mauvaise idée, ça va, ça va pas aller.* » (Entretien 2 – Pendant). Lors de l'entretien 3, Hanna formule des réponses dans lesquelles ses sentiments servent à orienter son

action : « *Ce qui m'étonnerait beaucoup, mais du coup je mettais peut-être des idées qui pouvaient être possibles.* » (Entretien 3 – Pendant).

4.3.3.3 Synthèse du portrait d'Hanna

Dans ce point nous allons d'abord rédiger une synthèse des résultats obtenus ci-dessus pour chaque type de donnée. Ensuite nous croisons ces données pour aboutir à un résumé du portrait d'Hanna.

Traces écrites et orales à l'entraînement

Pour le thème "stratégies", notons d'abord que c'est la catégorie "**explicit** son **action**", avant les tâches/exercices, qui est la plus représentée lors de l'entraînement. Hanna explicite ses actions davantage par écrit avant les tâches/exercices. Pendant celles-ci elle le fait de manière plus équilibrée entre l'oral et l'écrit. Au fil des semaines d'entraînement, Hanna répond de moins en moins avec des actions hiérarchisées. Ensuite, lorsqu'Hanna répond aux questions de l'enseignant pour **justifier** ses actions, elle le fait toujours pendant les tâches/exercices. Aucune évolution n'est identifiée pour cette catégorie de réponse. Durant les deux premières semaines d'entraînement, les réponses d'**autoévaluation** d'Hanna portent sur la réussite des tâches/exercices. À partir de S3, ses réponses ne présentent plus d'autoévaluation par rapport à la réussite des exercices, mais par rapport à sa compréhension. Ajoutons qu'Hanna ne répond aux questions d'autoévaluation que par écrit. Enfin, en ce qui concerne la stratégie d'**autoprojection**, Hanna ne parvient pas à répondre à la question de l'évaluation des stratégies, par écrit, lors de l'entraînement en S1, mais elle sait le faire oralement. Les semaines suivantes elle parvient à répondre aux questions d'autoévaluation par écrit en évoquant des stratégies efficaces pour résoudre les tâches/exercices.

Lorsqu'elle répond aux questions métacognitives, Hanna évoque des **connaissances** uniquement dans ses réponses écrites. Elle note de plus en plus de connaissances dans ses réponses au fil des semaines jusqu'en S4. En S5 et S6, il n'y a plus de connaissances présentes dans les réponses d'Hanna.

Les **sentiments** présents dans les réponses d'Hanna sont essentiellement écrits. Elle en évoque davantage en S1 et S4 et le plus souvent pendant et après les tâches/exercices. Lorsqu'Hanna note des sentiments dans ses réponses, ils sont régulièrement en lien avec sa capacité à comprendre les tâches/exercices.

Résolutions écrites des trois tâches complexes

Nous constatons une augmentation de la diversité et de la quantité des traces d'actions sur les feuilles d'Hanna d'une tâche à l'autre. L'augmentation la plus importante est relevée entre la TC2 et la TC3. Il n'y a pas de trace de **justification**, d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection** sur les feuilles des tâches complexes d'Hanna. Les traces de résolution pour lesquelles on identifie des **connaissances** sont en augmentation d'une tâche complexe à l'autre. Par contre, il n'y a pas de trace de **sentiment** sur les feuilles d'Hanna.

Réponses orales lors des entretiens

Il n'y a pas d'évolution dans le nombre de réponses pour lesquelles Hanna explicite ses **actions**. Par contre, elle explicite une action de planification lors de l'entretien 3 alors qu'elle ne le faisait pas avant. Lorsqu'elle **justifie** ses actions lors des entretiens, Hanna le fait toujours pendant la tâche. Elle démontre sa capacité à répondre aux questions d'**autoévaluation** dès l'entretien 1. Entre les deux premiers entretiens, lors desquels elle estime ne pas avoir trouvé la solution à la tâche, nous constatons une évolution dans les réponses d'Hanna. Lors de l'entretien 1, elle s'autoévalue par rapport au fait de ne pas avoir trouvé de réponse tandis que pour l'entretien 2, elle s'autoévalue par rapport à son investissement et au fait d'avoir trouvé des idées. En revanche, lors de l'entretien 3, lorsqu'elle estime avoir trouvé la solution, elle s'autoévalue en se référant à la réussite de la tâche.

Pour la dernière stratégie, l'**autoprojection**, nous avons identifié un lien intéressant entre les réponses aux entretiens 1 et 2. Alors qu'Hanna évoque des difficultés à gérer ses idées et le stress lors de l'entretien 1, lors de l'entretien 2, elle retient comme stratégie de prendre des notes et de ne pas se mettre de pression pour réussir. Or, des prises de note apparaissent sur la feuille de la TC2, mais surtout sur celle de la TC3.

Par contre, lors de l'entretien 3, nous constatons de nouveau sa difficulté à s'autoprojeter, alors que les stratégies apparaissant sur sa feuille sont plus nombreuses que pour les tâches précédentes.

Lorsqu'Hanna répond aux questions de l'enseignant/du chercheur, elle évoque peu de **connaissances**. En termes de **sentiments** évoqués dans ses réponses, lors du premier entretien, Hanna exprime qu'elle s'embrouille et ses sentiments ne sont pas explicitement liés à la tâche. Par la suite, lors des entretiens 2 et 3, des sentiments sont présents dans l'explicitation de ses actions. Quand elle évoque des sentiments au cours des entretiens, Hanna le fait toujours pendant les tâches.

En résumé, pour Hanna, élève de niveau haut en mathématique, la catégorie "explicitation son action" contient davantage de réponses écrites que de réponses orales avant les tâches/exercices lorsque des sollicitations métacognitives régulières lui sont proposées. La qualité des réponses pour lesquelles Hanna explicite ses actions diminue au fil des semaines pour les sollicitations régulières à l'écrit et à l'oral. Cependant, nous constatons que la quantité et la qualité (e.g. la diversité des traces) des actions présentes dans les traces écrites sont en augmentation sur les feuilles des tâches complexes utilisées comme tâche de contrôle. Cette augmentation est particulièrement présente pour la troisième tâche complexe en semaine 6/6. Ensuite, que ce soit lors des sollicitations métacognitives régulières, sur les feuilles des tâches complexes ou lors des entretiens, Hanna justifie peu ses actions lorsqu'elle répond aux questions à l'oral ou à l'écrit. Mais quand elle se justifie, elle le fait toujours pendant les tâches/exercices. Une évolution dans la manière de s'autoévaluer se dégage des réponses d'Hanna. Que ce soit à l'écrit dans ses réponses aux sollicitations métacognitives régulières ou à l'oral lors des entretiens avec l'enseignant/le chercheur ¹⁹, elle passe d'une autoévaluation centrée sur la réussite des tâches/exercices, à une autoévaluation portant sur sa compréhension de celles-ci. Quand Hanna répond aux questions d'autoprojection, elle le fait toujours par écrit lorsqu'elle répond aux sollicitations métacognitives régulières. Pour ce même type de questionnement, Hanna parvient à répondre aux questions

¹⁹ Pour rappel, dans cette modalité, le chercheur qui mène les entretiens est également l'enseignant qui donne cours de mathématiques à ce groupe.

d'autoprojection dès la première semaine à l'oral et il lui faudra une semaine pour le faire à l'écrit. Après une semaine, la qualité des deux modalités de réponse est équivalente (e.g. Stratégies efficaces pour résoudre les tâches/exercices, niveau de détail).

Au fil des semaines, le nombre de connaissances présentes dans les réponses d'Hanna augmente à l'écrit lors des sollicitations métacognitives régulières et dans ses traces écrites sur les feuilles des tâches complexes. À l'oral, Hanna évoque peu de connaissances, que ce soit lors des sollicitations métacognitives régulières ou des entretiens ponctuels avec l'enseignant/le chercheur.

Enfin, les réponses pour lesquelles Hanna présente des sentiments sont toujours formulées à l'écrit lors des sollicitations métacognitives régulières le plus souvent pendant les tâches/exercices. Elle en évoque aussi à l'oral lors des entretiens ponctuels avec l'enseignant/le chercheur, le plus souvent pendant les tâches/exercices.

Chapitre 5: Résultats de l'analyse pour la QR1: Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?

Dans cette partie, les réponses aux questions métacognitives des neuf élèves sont analysées selon leur niveau. Nous commençons par les élèves de niveau bas, puis les élèves de niveau moyen et enfin les élèves de niveau haut. Pour chaque niveau, nous réalisons d'abord une analyse des réponses lors de l'entraînement, ensuite nous analysons les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes et enfin leurs réponses orales au cours des entretiens. Après avoir analysé chaque type de donnée, une synthèse est réalisée pour chaque niveau scolaire en mathématiques. Pour terminer ce chapitre, une réponse à la QR1 est proposée en s'appuyant sur l'évolution des réactions des élèves des différents niveaux scolaires en mathématiques.

5.1 Comparaison des élèves ayant un niveau bas en mathématiques : Benjamin, Bérénice et Bastien

Pour rappel, les trois élèves de niveau bas en mathématiques ont des moyennes en mathématiques inférieures au premier quartile des scores de leur classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Ces trois élèves sont dans des classes différentes, avec des enseignants différents et des modalités de sollicitation métacognitives différentes. Benjamin et Bastien ont suivi un parcours scolaire sans redoublement. Par contre, Bérénice a obtenu son CEB à l'issue d'une année dans l'enseignement différencié. Aucun trouble de l'apprentissage n'est identifié dans les dossiers scolaires de ces trois élèves.

5.1.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 104 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de niveau bas selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 104 : Classement des réponses issues de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thème	Catégorie	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xxxx	xx		xxxxxxx	xxxx		xxxxxxxx	xxxxxxx		xxxxxxxxxxx	xxxx		xxxxxxxxxxx	xxxx		xxxxxxx	xxxxxxx	
	Justifier son action	xxx	xxx			x			xxx		x				x		xxxxxxx	x	
	Auto-évaluation			xxx			xxx			g			xxx	xxx		xxx			xxx
	Auto-projection		xx				xxx			x			xxxxxxx		g	xxx			xxx
Connaissances	Antérieures				x	x	x		xxx		x			xxx	x		xx	xxx	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques			x											xx	x			
Ressentis	Insécurité	x		xx			x				xx	xxxx	xxx		xxxxxxx	xx		xxxxxxxx	xxxx
	Sécurité						xx	x	xxx	x		xxx	xx	xx	xxx	x	xx	x	

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / g → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

Auto-projection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son auto-projection

La première catégorie de réponses concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Les élèves de niveau bas en mathématiques expriment leurs actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, les élèves de niveau bas répondent aux questions métacognitives en formulant leurs objectifs. Ces objectifs sont généralement formulés sous forme d'une simple action et il n'y a pas d'évolution au fil des six semaines. Ensuite, ils évoquent la manière dont ils planifient leurs actions, sur ce point les trois élèves ont des profils différents. Benjamin, à l'oral, ne parvient pas à répondre aux questions de planification et ne progresse pas dans ses réponses. Bérénice répond dès le début de l'expérimentation avec des planifications détaillées et en lien avec les tâches/exercices, cependant ses réponses sont moins précises en S4. Bastien, dans la modalité mixte, répond aux questions de planification de manière plus détaillée à l'oral qu'à l'écrit. Bastien est le seul élève chez qui un progrès dans l'explicitation des actions est identifié, tant à l'oral qu'à l'écrit.

Lorsque l'enseignant leur pose des questions métacognitives, les élèves de niveau bas **justifient** leurs actions le plus souvent pendant les tâches/exercices. Benjamin, à l'oral, et Bérénice, à l'écrit, justifie peu leurs actions et il n'y a pas d'évolution chez ces deux élèves. Bastien est l'élève de niveau bas qui justifie le plus souvent ses actions. Il le

fait le plus souvent à l'oral, c'est aussi dans cette modalité qu'il répond avec des justifications plus détaillées.

Les trois élèves sont capables de répondre aux questions d'**autoévaluation**. Cependant, chacun d'entre eux éprouve des difficultés à les justifier en établissant des liens avec les tâches/exercices. Benjamin et Bérénice sont le plus souvent insatisfaits de leur travail alors que Bastien est le plus souvent satisfait.

Lorsque les enseignants posent des questions sur l'évaluation des stratégies (**autoprojection**), les trois élèves éprouvent des difficultés à répondre au début de l'expérimentation. Ensuite, des différences apparaissent entre les élèves. Benjamin ne parvient pas à répondre et ne progresse pas. Bérénice évoque des stratégies à conserver qui sont peu efficaces. Baptiste répond davantage par écrit au début de l'expérimentation, mais il évoque des stratégies peu efficaces. Progressivement, oralement, il évoque des stratégies efficaces qu'il a utilisées, mais il a besoin des relances de l'enseignant pour développer ses idées.

Le plus souvent, quand ils répondent aux questions métacognitives, les élèves de niveau bas évoquent des **connaissances** liées aux tâches/exercices et à la discipline. Deux élèves, Benjamin et Bastien, évoquent davantage de connaissances dans leurs réponses pendant les tâches/exercices. Bérénice évoque des connaissances dans ses réponses davantage avant les tâches/exercices. C'est à partir de S5 que nous observons, dans le tableau 104, le plus de réponses dans lesquelles des connaissances sont identifiées, c'est donc en fin d'expérimentation que les élèves évoquent davantage de connaissances dans leurs réponses.

L'évolution la plus importante dans les réponses des élèves concerne la catégorie "**sentiment**". Le nombre de sentiments exprimés augmente tout au long de l'expérimentation. Plus précisément, c'est pendant les tâches/exercices que cette augmentation est la plus importante. Nous observons également que les sentiments d'insécurité dans les réponses sont plus nombreux que les sentiments de sécurité.

5.1.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 105 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de niveau bas selon les catégories métacognitives.

Tableau 105 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	21	15	21
	Justifier	0	2	1
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	4	10	6
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

La très grande majorité des traces de résolution sur les feuilles des élèves de niveau bas sont des **actions** de résolution comme des calculs ou des schémas. Nous ne pouvons pas identifier de réflexion des élèves avant la tâche. Pour Benjamin et Bérénice, nous ne pouvons pas identifier d'évolution entre les trois tâches complexes. Par contre, les feuilles des TC2 et TC3 de Bastien contiennent plus de traces que la feuille de la TC1. Pour les trois élèves, il y a très peu de traces de **justification** et aucune trace d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection**.

Sur les feuilles des trois élèves, il y a des **connaissances** issues de la consigne, parfois sous forme numérique, parfois sous forme de mots. Le nombre de connaissances sur les feuilles est plus important sur la feuille de la TC2, ces connaissances sont le plus souvent mobilisées pour réaliser les schémas. Lors de la TC3, si le nombre de connaissances est plus élevé que pour la TC1, c'est principalement chez Bastien qui utilise davantage de connaissances que pour les autres TC.

Aucune trace de **sentiment** n'est présente sur les feuilles des trois élèves de niveau bas.

5.1.3 Analyse des entretiens

Le tableau 106 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de niveau bas selon les catégories métacognitives.

Tableau 106: Classement des réponses formulées lors des entretiens.

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXXXXXXXX		X	XXXXXXXXXX		XXXX	XXXXXXXXXXXX	
	Justifier son action		XX	X		X			XX	
	Autoévaluation			XXX			XXXXX			XXXXX
	Autoprojection			XXXX			XXXXXX			XXXXXX
Connaissances	Antérieures	X	X		X			XXXX	XXXXX	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité					XXX			XX	X
	Sécurité		X		XX	XX	X	X	XX	

C'est la catégorie "**expliciter son action**", le plus souvent pendant la tâche, qui contient le plus de réponses des élèves de niveau bas. Lorsque nous analysons les réponses des élèves pour ce type de stratégie, nous constatons que les réponses des trois élèves sont plus détaillées et plus précises lors de l'entretien 3 par rapport aux entretiens précédents. Au cours de l'entretien 3, Benjamin répond aux questions avant la tâche en formulant un objectif et en expliquant sa planification alors qu'il ne le faisait pas avant. Bérénice et Bastien répondent aux questions en évoquant leurs actions pendant la tâche de manière plus précise et plus détaillée pendant l'entretien 3. Les élèves de niveau bas **justifient** peu leurs actions lorsque le chercheur leur pose des questions. Ces justifications sont généralement des réponses courtes suites aux questions de relance du chercheur. Nous avons identifié une réponse chez Bastien qui montre une justification plus élaborée de son action lors de l'entretien 2. Les trois élèves progressent au fil des entretiens dans leur capacité à s'**autoévaluer** et à justifier cette autoévaluation. Le plus souvent, les élèves sont satisfaits de leur travail. Deux des trois élèves, Benjamin et Bastien, progressent dans leur capacité à évaluer leurs stratégies (**autoprojection**). Leurs réponses sont de plus en plus détaillées et efficaces pour réaliser la tâche au fil des entretiens. Bérénice répond aux questions en évoquant toujours des stratégies peu efficaces. Les trois élèves évoquent presque uniquement des stratégies qu'ils ont estimé utiles sans les remettre en question.

Les **connaissances** évoquées dans les réponses formulées par les élèves de niveau bas sont plus nombreuses lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Le plus souvent, les élèves évoquent des connaissances dans leurs réponses avant et pendant la tâche.

Nous observons une augmentation des **sentiments** évoqués dans les réponses des élèves à partir de l'entretien 2. Ils évoquent des sentiments, dans leurs réponses, le plus souvent pour s'exprimer sur ce qu'ils ont fait pendant la tâche.

5.1.4 *Synthèse des élèves de niveau bas*

Quel que soit le type de donnée, c'est la catégorie "**explicitier son action**" qui est la plus représentée dans les réponses des élèves de niveau bas. Si l'amélioration de la qualité des actions explicitées varie d'un élève à l'autre lors de l'entraînement et sur les feuilles des tâches complexes, les trois élèves répondent aux questions du chercheur en explicitant leurs actions de manière plus détaillée au fil des entretiens. Les élèves de niveau bas **justifient** davantage leurs actions au cours de l'entraînement que sur les feuilles des tâches complexes et lors des entretiens. Quel que soit le type de donnée, les élèves de niveau bas justifient leurs actions le plus souvent pendant les tâches/exercices. Lors de l'entraînement, les trois élèves démontrent leur capacité à répondre aux questions d'**autoévaluation**, mais ce n'est que lors des entretiens que nous pouvons identifier une progression des élèves à justifier leur autoévaluation. Les élèves sont plus souvent satisfaits de leur travail lorsqu'ils répondent aux questions pendant les entretiens que lors de l'entraînement. Des difficultés pour répondre aux questions d'**autoprojection** sont identifiées chez les trois élèves lors de l'entraînement. Si peu de progrès sont présents pendant l'entraînement, nous constatons que Benjamin et Bastien formulent des réponses plus détaillées et davantage en lien avec les tâches au fil des entretiens, lorsqu'ils évaluent leurs stratégies. Les trois élèves n'évoquent dans leurs réponses, quel que soit le type de donnée, que des stratégies qui leur ont été utiles, sans envisager de les modifier.

Les élèves évoquent davantage de **connaissances** dans leurs réponses au fil des semaines. Lors des entraînements cela s'observe en S5 et une augmentation est présente sur les feuilles de la TC2. Les connaissances présentes dans les réponses des entretiens sont plus nombreuses lors de l'entretien 3. Les élèves évoquent des connaissances le plus souvent avant et pendant les tâches/exercices.

Le nombre de **sentiments** évoqués dans les réponses des élèves augmente à la fois lors de l'entraînement et dans les réponses formulées lors des entretiens. Le plus souvent, les élèves évoquent des sentiments dans leurs réponses pendant les tâches/exercices.

En résumé, des progrès sont présents dans presque toutes les catégories de réponses pour les trois élèves de niveau bas. Néanmoins, ces progrès sont à nuancer entre les élèves et selon qu'ils répondent aux sollicitations métacognitives régulières, aux consignes des tâches complexes utilisées comme tâche de contrôle ou aux questions du chercheur lors des entretiens. Par exemple, un élève peut formuler des réponses plus détaillées pour expliciter ses actions au fil des entretiens mais ne pas faire de tels progrès lorsqu'il répond aux sollicitations métacognitives régulières. Ainsi, nous retenons pour les stratégies, quel que soit le type de questionnement, que c'est la catégorie "expliquer son action" qui contient le plus de réponses. Les élèves justifient davantage leurs actions pendant les tâches/exercices et ils n'évoquent pas l'idée de changer de stratégie quand des questions d'autoprojection leur sont posées.

Pour le thème connaissances, les élèves de niveau bas en évoquent davantage dans leurs réponses au fil de l'expérimentation, quel que soit le type de questionnement et le plus souvent pendant les tâches/exercices.

Enfin, les sentiments présents dans les réponses augmentent au fil de l'expérimentation que ce soit lorsqu'ils doivent répondre aux sollicitations métacognitives régulières ou lors des entretiens avec le chercheur.

Ajoutons que les feuilles des tâches complexes ne contiennent que des actions, des justifications et des connaissances. Les autres catégories, comme l'autoévaluation, l'autoprojection et les sentiments, n'apparaissent pas dans les documents.

5.2 Comparaison des élèves ayant un score moyen en mathématiques : Marius, Manon et Malek

Pour rappel, les trois élèves de niveau moyen en mathématiques ont des moyennes en mathématiques comprises entre le premier et le troisième quartile des scores de leur classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Ces

trois élèves sont dans des classes différentes avec des enseignants différents et des modalités de sollicitation métacognitives différentes. Les trois élèves ont suivi un parcours scolaire sans redoublement et aucun trouble de l'apprentissage n'est identifié dans leurs dossiers scolaires.

5.2.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 107 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de niveau moyen selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 107 : Classement des réponses issues de l'entraînement

Thème	Entraînement	Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
		Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Justifier son action	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Auto-évaluation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Auto-projection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Connaissances	Antérieures	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sentiments	Insécurité	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Sécurité	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / x → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / x → justifie son autoprojection

La première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies. Les élèves de niveau moyen en mathématiques explicitent leurs actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, les élèves de niveau moyen répondent aux questions métacognitives en formulant leurs objectifs et en planifiant leurs résolutions. C'est avant les tâches/exercices que les élèves de niveau moyen explicitent le plus grand nombre d'actions dans leurs réponses (53% des actions explicitées). Les actions explicitées avant les tâches/exercices sont les plus nombreuses en S1 et S4, soit la première semaine d'expérimentation et la semaine après le congé. Le nombre d'actions explicitées dans les réponses des élèves pendant les tâches/exercices diminue fortement après une semaine d'entraînement et se stabilise jusqu'en S5 où une légère augmentation de ce type de réponse est constatée. Derrière ces tendances générales, des différences interindividuelles doivent être mentionnées. L'augmentation du nombre de réponses avant les tâches/exercices est

surtout identifiée chez Malek. C'est aussi durant le temps métacognitif avant les tâches/exercices que Marius et Malek progressent dans la formulation de leurs objectifs. Par contre, pendant les tâches/exercices, le nombre d'actions explicitées par Manon diminue. La qualité des réponses formulées par Marius et Manon pendant les tâches/exercices diminue également au fil des semaines.

Les élèves de niveau moyens savent **justifier** leurs actions lorsqu'ils répondent aux questions métacognitives dès S1. C'est à ce moment qu'ils justifient le plus d'actions. Dès S2, le nombre de justifications dans leurs réponses diminue fortement en passant de 10 justifications à 2. C'est le plus souvent pendant les tâches/exercices que les élèves de niveau moyen se justifient.

Lorsqu'ils répondent aux questions pour s'**autoévaluer**, les élèves de niveau moyen évoquent le plus souvent de la satisfaction. Il n'y a pas d'évolution notable dans leur capacité à s'autoévaluer, Marius éprouve des difficultés pour répondre aux questions d'autoévaluation alors que Manon et Malek y parviennent dès les premières séances. La plupart du temps les élèves de niveau moyen justifient leur autoévaluation n'en établissant pas ou peu de liens avec l'objectif des tâches/exercices.

Pour les trois élèves, il n'y a pas d'évolution dans leur capacité à répondre aux questions d'**autoprojection**. Chacun d'entre eux part d'un niveau différent, Marius n'arrive pas à répondre à cette question, Manon formule des stratégies efficaces qui l'ont aidée, Malek répond aux questions en évoquant des stratégies peu efficaces. Les trois élèves évoquent presque toujours des stratégies qu'ils ont utilisées sans mentionner l'idée de modifier ces stratégies ou d'utiliser de nouvelles stratégies.

Lorsque les élèves de niveau moyen en mathématiques répondent aux questions métacognitives en évoquant des **connaissances**, ils le font le plus souvent avant les tâches/exercices. À partir de S5, Marius à l'oral et Malek à l'écrit, répondent aux questions en mobilisant des connaissances issues de leur vécu. Manon évoque presque toujours des connaissances liées à la discipline.

Le nombre de **sentiments** évoqués par les trois élèves dans leurs réponses augmente à partir de S4. Le moment métacognitif au cours duquel les élèves évoquent des

sentiments varie d'un élève à l'autre. Pour Marius et Manon, c'est le plus souvent pendant les tâches/exercices, alors que pour Malek c'est le plus souvent avant et après les tâches/exercices. Les élèves évoquent légèrement moins de sentiments d'insécurité (16 réponses) que de sentiments de sécurité (18 réponses). Cet équilibre relatif est observé pour chaque élève de niveau moyen.

5.2.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 108 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de niveau moyen selon les catégories métacognitives.

Tableau 108 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	9	6	17
	Justifier	2	0	4
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	3	9	10
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	6
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Les traces de résolution les plus nombreuses, sur les feuilles des élèves de niveau moyen en mathématiques, sont des **actions** de résolution qui prennent la forme de calculs, de schémas, de mots ou de phrases. Pour les trois élèves, les feuilles de la TC3 contiennent un plus grand nombre et une plus grande diversité de traces de résolution. La progression la plus marquante s'observe chez Malek. Pour les trois élèves, il y a très peu de traces de **justification** et aucune trace d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection**.

Sur les feuilles des trois élèves, il y a des **connaissances** issues de la consigne, parfois sous forme numérique, parfois sous forme de mots ou intégrés à un schéma. Le nombre de connaissances sur les feuilles est plus important sur les feuilles de la TC3. Seule la feuille de Malek, pour la TC3, contient des traces de **sentiments**, il y écrit des phrases et utilise des symboles pour évoquer ses difficultés.

5.2.3 Analyse des entretiens

Le tableau 109 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de niveau moyen selon les catégories métacognitives.

Tableau 109: Classement des réponses formulées lors des entretiens

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXX		XX	XXXXXXXX		XXXXXX	XXXXXXXXXX	
	Justifier son action		XXX			X			XXX	
	Autoévaluation			XXX			XXX			XXX
	Autoprojection			XXX			XXX			XXXXXX
Connaissances	Antérieures		X			X	XX	XXX	XXX	X
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité		XXXX						XXX	
	Sécurité					X			XXXXXX	

C'est la catégorie "expliciter son **action**", le plus souvent pendant la tâche, qui contient le plus de réponses des élèves de niveau moyen. Lorsque nous analysons les réponses des élèves pour cette stratégie, nous constatons que les réponses des trois élèves sont plus nombreuses, plus détaillées et plus précises lors de l'entretien 3 par rapport aux entretiens précédents. Au cours de l'entretien 3, Marius et Malek répondent aux questions avant la tâche en formulant un objectif et en expliquant leur planification alors qu'il ne le faisait pas avant. Lorsqu'ils répondent aux questions du chercheur lors des entretiens, les élèves **justifient** peu leurs actions. Le nombre de justifications augmente uniquement chez Manon, elle répond davantage en se justifiant lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Lorsqu'ils répondent en se justifiant, les élèves de niveau moyen le font toujours pendant la tâche. Ils évoquent le plus souvent de la satisfaction lorsque le chercheur leur demande de s'**autoévaluer**. Cependant, des différences apparaissent entre les élèves. Marius éprouve des difficultés à s'autoévaluer à chaque entretien alors que Manon progresse dans sa capacité à s'autoévaluer dès l'entretien 2. Malek est capable de s'autoévaluer dès le premier entretien, mais il fait peu de lien avec l'objectif de la tâche, il ne montre pas de signe de progrès dans ses réponses aux autoévaluations. Lorsque les élèves moyens répondent aux questions d'**autoprojection**, ils évoquent des stratégies à conserver. Des différences et des similitudes sont identifiées entre les élèves. Pour Marius et Malek, qui éprouvent des difficultés à évaluer leurs stratégies, nous constatons qu'à l'entretien 3 ils sont capables de décrire des stratégies efficaces et détaillées pour réaliser la tâche. Par contre, Manon évoque des stratégies efficaces dès son premier entretien et ses réponses n'évoluent pas lors de l'entretien suivant.

Les **connaissances** évoquées dans les réponses formulées par les trois élèves de niveau moyen sont plus nombreuses lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Ils évoquent des connaissances dans leurs réponses, toujours pendant la tâche.

Un plus grand nombre de **sentiments** est évoqué dans les réponses des élèves lors de l'entretien 3. Ils évoquent des sentiments, dans leurs réponses, toujours pour s'exprimer sur ce qu'ils ont fait pendant la tâche.

5.2.4 *Synthèse des élèves de niveau moyen*

Quel que soit le type de données, c'est la catégorie "**expliciter son action**" qui est la plus représentée dans les réponses des élèves de niveau moyen. Deux tendances sont identifiées pour cette catégorie de réponses. Premièrement, les élèves qui ont des difficultés pour répondre aux questions avant les tâches/exercices, progressent dans leur capacité à formuler des objectifs et à planifier en fin d'expérimentation, que ce soit lors de l'entraînement ou lors de l'entretien. Deuxièmement, les trois élèves ont laissé davantage de traces de réflexion sur les feuilles de la TC3 que sur les feuilles des tâches complexes précédentes. Les trois sources de donnée mettent en évidence que les élèves de niveau moyen **justifient** peu leurs actions lorsqu'ils répondent aux questions métacognitives et ils ne progressent pas dans cette catégorie de réponses. Lorsqu'ils se justifient, ils le font le plus souvent pendant les tâches/exercices. Il n'y a pas vraiment d'évolution dans la capacité des élèves moyens à s'**autoévaluer**. Nous identifions par contre des différences de capacité d'autoévaluation chez ces trois élèves et lorsqu'ils répondent aux questions d'autoévaluation, ils évoquent le plus souvent de la satisfaction par rapport à leur travail. Les réponses des élèves aux questions d'**autoprojection** n'ont évolué que lors de l'entretien 3 pour Marius et Malek, lors de cet entretien, les deux élèves évoquent des stratégies détaillées et efficaces pour résoudre la tâche. Cependant, nous ne constatons pas cette tendance dans les autres sources de données. Les trois élèves n'évoquent dans leurs réponses, quel que soit le type de donnée, que des stratégies qui leur ont été utiles, sans envisager de les modifier.

Le nombre de **connaissances** pour les trois élèves augmente entre les tâches complexes et entre les entretiens, mais cette tendance n'est pas observée lors de l'entraînement.

Le nombre de **sentiments** évoqués dans les réponses des élèves augmente après la troisième semaine d'expérimentation. Cette augmentation est présente dans les

réponses à l'entraînement des trois élèves à partir de S4, sur la feuille de la TC3 de Malek et dans les réponses des trois élèves lors de l'entretien 3.

En résumé, il est difficile d'identifier pour les trois élèves de niveau moyen des progrès dans les différentes catégories de réponses métacognitives. Notons également que les trois élèves de niveau moyen, bien qu'étant classés dans le même niveau mathématiques, montrent des différences parfois importantes dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Nous retenons pour les stratégies, dans leurs réponses aux sollicitations régulières, dans leurs traces écrites sur les feuilles des tâches complexes ou lors des entretiens avec le chercheur, que c'est la catégorie "expliquer son action" qui contient le plus de réponses, les élèves justifient davantage leurs actions pendant les tâches/exercices et ils n'évoquent pas l'idée de changer de stratégie quand des questions d'autoprojection leur sont posées.

La seule évolution commune aux trois élèves est le nombre de sentiments exprimés que ce soit durant les sollicitations métacognitives régulières ou lors des entretiens avec le chercheur.

5.3 Comparaison des élèves ayant un score haut en mathématiques : Hélène, Héloïse et Hanna

Pour rappel, les trois élèves de niveau haut en mathématiques ont des moyennes en mathématiques supérieures au troisième quartile des scores de leur classe, pour la période s'étalant de début septembre à fin décembre (3 bulletins). Ces trois élèves sont dans des classes différentes avec des enseignants différents et des modalités de sollicitation métacognitives différentes. Les trois élèves ont suivi un parcours scolaire sans redoublement et aucun trouble de l'apprentissage n'est identifié dans leurs dossiers scolaires.

5.3.1 *Analyse de l'entraînement*

Le tableau 110 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de niveau haut selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 110 : Classement des réponses issues de l'entraînement²⁰

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX		XXXXXX	XXXXXX		XXXXXXXX	XXXX		XXXXXXXXXXXX	XXXX		XXXXXXXXXX	XXXX		XXXX	XXXX	
	Justifier son action		XXX			X			XXX			XX			X		X	X	
	Autoévaluation			XX			XX			X			XXXX			XXXX			XXX
	Autoévaluation			XX			X			X			XXXX			XXXX			XXX
Connaissances	Antérieures	XXXX	X		XX	X	XX	X	XX		XX	XXXX	X	XXX		X	X		XX
	Issues de tâches antérieures identifiées																		
	Issues de tâches antérieures identifiées																		
Sentiments	Insécurité	X		X					X					XX	X		X		
	Sécurité	XX		X	X	X			X	X		XXXX	XX	XX	XX		XX	X	

Légende :**Expliciter son action**x → Action simple / x → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)**Autoévaluation :**x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / x → justifie son autoévaluation**Autoprojection :**x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / x → justifie son autoprojection

La première catégorie de réponses sur les stratégies concerne l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies (tableau 110). Les élèves de niveau haut en mathématiques explicitent leurs actions de plusieurs manières et à différents moments. Tout d'abord avant de réaliser les tâches/exercices, les élèves de niveau haut répondent aux questions métacognitives en formulant leurs objectifs et en planifiant leurs résolutions. C'est avant les tâches/exercices que les élèves de niveau haut explicitent le plus grand nombre d'actions dans leurs réponses (56% des actions explicitées). Au fil des trois premières semaines d'entraînement, le nombre d'actions explicitées dans les réponses des élèves diminue. Ce nombre remonte en S4, après le congé, pour ensuite diminuer. De plus, pour tous les élèves de niveau haut, nous constatons une simplification croissante de leurs réponses au fil des semaines. Lorsqu'ils répondent aux questions en **justifiant** leurs actions, les élèves de niveau haut le font toujours pendant les tâches/exercices. Aucune évolution n'est observée pour cette catégorie de réponse lors de l'entraînement. Le plus souvent, lorsque les élèves de niveau haut répondent aux questions en évoquant leur **autoévaluation**, ils sont satisfaits de leur travail. Ensuite, des différences entre les élèves sont à mentionner, Hélène ne répond qu'une fois, avec difficulté, à la question d'autoévaluation, Héloïse se justifie davantage en fin d'expérimentation et Hanna fait évoluer l'objet de son autoévaluation. Les élèves de niveau haut, lorsqu'ils formulent des réponses entrant dans la catégorie "**autoprojection**", évoquent le plus souvent des stratégies à conserver. Des différences entre les élèves sont également observées,

²⁰ Pour rappel, les catégories autoévaluation et autoprojection n'ont pas été complétées par l'élève de la modalité à l'écrit durant les trois premières semaines.

Hélène ne parvient pas à évoquer des stratégies efficaces, Héloïse y parvient à partir de S4 et Hanna dès S1.

Aucune tendance commune aux trois élèves de niveau haut n'est identifiée concernant les **connaissances** présentes dans leurs réponses. Les **sentiments** évoqués dans les réponses des élèves de niveau haut sont plus nombreux lors des trois dernières semaines d'expérimentation (16 sentiments) que pour les trois premières semaines (10 sentiments). Les élèves de niveau haut évoquent davantage de sentiments de sécurité que d'insécurité dans leurs réponses aux questions métacognitives de l'enseignant. Cependant, ce constat est biaisé par le fait qu'Héloïse n'a pas répondu aux questions après les tâches/exercices durant les trois premières semaines. Néanmoins, si nous comparons uniquement les sentiments évoqués par les élèves avant et pendant les tâches/exercices, la différence entre les trois premières semaines (7 sentiments) et les trois dernières semaines (11 sentiments) est toujours bien présente.

5.3.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 111 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de niveau haut selon les catégories métacognitives.

Tableau 111 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	32	13	27
	Justifier	0	0	0
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	8	11	13
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	1

En analysant le tableau 111, il appert que le nombre d'**actions** présentes sur les feuilles des tâches complexes est fortement en diminution entre la TC1 et la TC2, puis remonte pour la TC3. Cependant, en analysant plus en détail les feuilles des élèves, nous constatons deux tendances. Pour Hélène et Héloïse, le nombre de traces sur les feuilles suit bien la tendance qui vient d'être expliquée. Cependant, pour Hanna, le nombre de traces, mais aussi la qualité de celles-ci, augmente à chaque nouvelle tâche complexe. Aucune trace de **justification**, d'**autoévaluation** ou d'**autoprojection** n'est présente sur les feuilles des élèves de niveau haut. L'évolution des **connaissances** sur les

feuilles des élèves varie d'un élève à l'autre. Elles sont en diminution chez Hélène, stables chez Héloïse et en augmentation chez Hanna. Une seule trace de **sentiment** est relevée chez les élèves de niveau haut, chez Hanna pour la TC3.

5.3.3 Analyse des entretiens

Le tableau 112 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de niveau haut selon les catégories métacognitives.

Tableau 112 : Classement des réponses formulées lors des entretiens²¹

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXXXXXXXXXXXXXX		X	XXXXXXX		XXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	
	Justifier son action		XXXX						XXXX	
	Autoévaluation			XXX			XX			XXXX
	Autoprojection			XXX			XXX			XX
Connaissances	Antérieures		X			X		XXXX	X	X
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité		XXXXX			XXX			XXXXXX	
	Sécurité		XXXXX			X		X	XXXX	

Lorsqu'ils répondent aux questions du chercheur au cours des entretiens, les élèves de niveau haut évoquent davantage d'**actions** avant la tâche lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. C'est le plus souvent pour évoquer des actions pendant les tâches que les élèves de niveau haut répondent aux questions du chercheur. Cependant, le nombre d'actions explicitées pendant la tâche diminue entre l'entretien 1 et l'entretien 3. Dans leurs réponses, lorsqu'ils **justifient** leurs actions, les élèves le font toujours pendant la tâche. Aucun élève de niveau haut n'a justifié d'action dans ses réponses lors de l'entretien 2. Aucune évolution commune aux trois élèves de niveau haut n'est identifiée dans leurs réponses aux questions d'**autoévaluation**. Nous constatons chez deux élèves que l'objet de leur autoévaluation change au cours des entretiens, les élèves se centrent parfois sur leur investissement et parfois sur la réussite de la tâche. Notons également qu'Hélène était la seule des trois élèves à avoir des difficultés à s'autoévaluer lors de l'entretien 1 et qu'elle y parvient beaucoup mieux lors de l'entretien 3. Pour ce qui est des réponses entrant dans la catégorie "**autoprojection**", Héloïse et Hanna évoquent des stratégies moins efficaces lors de

²¹ Pour rappel, Héloïse n'a pas participé à l'entretien 2.

l'entretien 3 alors que Hélène a progressé dans ce type de réponses. Elles évoquent parfois, dans leurs réponses, l'idée de conserver des stratégies ou d'en changer.

Les réponses entrant dans la catégorie "**connaissances**" sont plus nombreuses lors de l'entretien 3 (6 connaissances) que pour les entretiens précédents (1 connaissance par entretien). Les élèves de niveau haut évoquent toujours des connaissances liées à la tâche ou à la discipline.

Nous n'identifions pas d'évolution dans le nombre de **sentiments** présents dans les réponses des élèves de niveau haut. Excepté à une reprise, les trois élèves évoquent toujours leurs sentiments pendant les tâches. Nous dénombrons davantage de sentiments d'insécurité (14) que de sentiments de sécurité (10), ce constat se vérifie pour chaque tâche.

5.3.4 Synthèse des élèves de niveau haut

Globalement, le nombre d'**actions** explicitées pendant les tâches/exercices diminue, quel que soit le type de donnée, pour les élèves de niveau haut. Néanmoins, des différences apparaissent entre les données lorsque nous comparons les temps métacognitifs, ainsi les actions explicitées avant la tâche sont en augmentation au fil des entretiens. De plus, Hanna laisse davantage de traces de résolution sur ses feuilles à chaque nouvelle tâche complexe. Les élèves de niveau haut **justifient** peu leurs actions dans leurs réponses, lorsqu'ils le font c'est toujours pendant les tâches/exercices. Quand ils doivent répondre aux questions d'**autoévaluation**, les élèves de niveau haut sont le plus souvent satisfaits. Les différences entre les réponses des élèves ne permettent pas de dégager une évolution commune aux trois élèves de niveau haut. L'évolution des réponses aux questions d'**autoprojection** varie d'un élève à l'autre et en fonction du type de donnée.

Nous ne pouvons pas identifier d'évolution commune dans la catégorie des réponses liées aux **connaissances** pour les trois élèves, car les variations entre les élèves et le type de donnée sont trop importantes.

Alors que nous constatons une augmentation du nombre de **sentiments** évoqués dans les réponses des élèves au fil des semaines d'entraînement, cette tendance ne se reflète ni sur les feuilles des tâches complexes ni lors des entretiens.

En résumé, bien que ces élèves se soient vu attribuer le même niveau mathématique, il appert que leurs capacités à répondre aux questions métacognitives diffèrent d'un élève à l'autre dès le début de l'expérimentation entre les modalités de sollicitation. Il ressort également de cette analyse que des différences apparaissent dans l'évolution des réponses de ces élèves. Ainsi, un élève qui éprouve des difficultés à répondre à un type de question métacognitive peut très bien progresser alors qu'un autre, qui est capable de répondre à ces mêmes questions en début d'expérimentation, formule progressivement moins de réponses et de moindre qualité au fil de l'expérimentation. Nous retenons également que le nombre de réponses pour lesquelles les élèves explicitent leurs actions diminue au fil des semaines, que les élèves justifient peu leurs actions et toujours pendant les tâches/exercices.

Tous les élèves de niveau haut ont évoqué davantage de sentiments, lorsqu'ils devaient répondre aux sollicitations métacognitives régulières, à partir de S4.

5.4 Réponse à la QR1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?

Au vu des résultats, les trois élèves de niveau bas ont tendance à progresser dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Cette progression est constatée parfois en termes de quantité de réponses, les élèves formulent davantage de réponses à un type de question, parfois en termes de qualité lorsque les élèves formulent des réponses plus détaillées, plus efficaces ou davantage en lien avec les tâches/exercices. Alors que l'analyse de l'évolution des réponses des élèves de niveau bas permet d'identifier des tendances communes aux trois élèves, l'évolution dans les deux autres groupes est plus variable. Pour les élèves de niveau moyen et de niveau haut, nous constatons des écarts plus importants dans la manière dont les élèves répondent aux

questions métacognitives. Certains élèves d'un même niveau éprouvent des difficultés à répondre à certaines catégories de questions alors que d'autres y parviennent immédiatement. De même, certains élèves progressent dans leur capacité à répondre à certaines catégories de réponses et d'autres pas.

Néanmoins, certaines tendances sont identifiées pour les trois groupes d'élèves. En effet, la catégorie "explicitation de son action" contient le plus grand nombre de réponses des élèves. Pour l'ensemble des données, nous constatons que les élèves justifient peu leurs actions et le font le plus souvent pendant les tâches/exercices. En revanche, il y a très peu de progrès dans cette catégorie de réponse. Les progrès dans la catégorie "autoévaluation" varient d'un élève à l'autre. Lorsque les élèves répondent aux questions d'autoprojection, ils le font le plus souvent en citant des stratégies qui les ont aidés, tandis que les élèves évoquent rarement des stratégies à modifier. Pour les trois groupes d'élèves, nous identifions une augmentation du nombre de sentiments évoqués lors des entraînements. De plus, pour les élèves de niveau bas et moyen, cette augmentation est aussi présente au fil des entretiens.

Chapitre 6: Résultats de l'analyse pour la QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Dans cette partie, les réponses des neuf élèves aux questions métacognitives sont analysées par modalité. Nous commençons par les élèves de la modalité l'oral, puis ceux de la modalité à l'écrit et enfin les élèves de la modalité mixte. Pour chaque modalité, nous réalisons d'abord une analyse des réponses lors de l'entraînement, ensuite nous analysons les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes et enfin leurs réponses orales au cours des entretiens. Après avoir analysé chaque type de donnée, une synthèse est réalisée pour chaque modalité. Pour terminer ce chapitre, une réponse à la QR2 est proposée en s'appuyant sur l'évolution des réactions des élèves des différentes modalités.

6.1 Comparaison des élèves de la modalité à l'oral : Benjamin, Marius et Hélène

Pour rappel, les élèves de la modalité à l'oral sont interrogés oralement par l'enseignant durant les semaines d'entraînement. La plupart du temps, celui-ci pose des questions métacognitives aux élèves qui lèvent le doigt pour répondre. Il arrive cependant que l'enseignant pose des questions métacognitives à des élèves qui ne lèvent pas le doigt, le plus souvent pendant les tâches/exercices.

6.1.1 *Analyse de l'entraînement*

Le tableau 113 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de la modalité à l'oral selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 113 : Classement des réponses issues de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	xxxx	goooooooo			gx		xxxx			xxxx	x		gxxx	goooo	x	x	gxxx	
	Justifier son action		xxxx	x							x					x		x	
	Autoévaluation			x			gx			x		x				xx			xxx
	Autoprojection			gx		x				g						gx			x
Connaissances	Antérieures	x		x		x	x				x			x					
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques													x	x			x	
Sentiments	Insécurité	x				x												x	
	Sécurité		x								x	x			xx				

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / gx → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / gx → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / gx → justifie son autoprojection

La première catégorie de réponses concernant les stratégies est l'explicitation de son **action**. C'est la catégorie la plus représentée au sein des stratégies évoquées dans les réponses des élèves de la modalité à l'oral. C'est lors de S1 que nous dénombrons le plus grand nombre d'actions explicitées dans les réponses des élèves. L'évolution du nombre de réponses varie selon l'élève analysé. Ainsi, les réponses orales de Benjamin aux questions métacognitives de l'enseignant en explicitant ses actions n'évoluent pas. Par contre, le nombre de réponses de Marius diminue au cours des trois premières semaines pour ensuite augmenter au cours des trois semaines suivantes. Hélène explicite de moins en moins ces actions au fil des semaines. Les progrès que les élèves font dans la formulation de leur objectif et de leur planification varient d'un élève à l'autre. Pour la deuxième catégorie de réponses, nous constatons que les élèves de la modalité à l'oral **justifient** peu leurs actions lorsqu'ils répondent aux questions métacognitives de l'enseignant et le font toujours pendant les tâches/exercices. Ensuite, les trois élèves de la modalité à l'oral éprouvent des difficultés à répondre aux questions d'**autoévaluation** et d'**autoprojection**, aucun d'entre eux ne progresse pour ces catégories de réponses au cours des six semaines d'entraînement.

Lorsqu'ils répondent aux questions métacognitives de l'enseignant, les élèves de la modalité à l'oral évoquent peu de **connaissances**. Cependant, nous constatons que Benjamin et Marius évoquent des connaissances issues des tâches/exercices antérieures à partir de S5 alors qu'ils ne l'ont pas fait avant.

Les trois élèves de la modalité à l'oral, lorsqu'ils évoquent des **sentiments** dans leurs réponses, le font le plus souvent pendant les tâches/exercices. Un plus grand nombre

de sentiments est comptabilisé durant les trois dernières semaines (5 sentiments) de l'expérimentation par rapport aux semaines précédentes (3 sentiments).

6.1.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 114 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de la modalité à l'oral selon les catégories métacognitives.

Tableau 114 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	28	11	14
	Justifier	0	2	1
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	6	6	4
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	1

Pour les trois élèves de la modalité à l'oral, la grande majorité des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes sont des **actions** de résolution. Pour les trois élèves, nous identifions une diminution du nombre de traces écrites entre la TC1 et la TC2. Le nombre d'actions de résolution est également plus faible pour la TC3 que pour la TC1. Cependant, Marius a noté un peu plus de traces écrites sur la feuille de la TC3 que pour les tâches précédentes. Pour ce qui est des **justifications**, elles sont peu présentes sur les feuilles des élèves. Cependant, si aucun des trois élèves de la modalité à l'oral ne laisse de trace de justification sur les feuilles de la TC1, nous en trouvons chez deux des trois élèves pour les TC2 et TC3. Le nombre de **connaissances** présentes sur les feuilles des trois élèves de la modalité à l'oral est inférieur pour la TC3 par rapport aux tâches précédentes. Un **sentiment** de sécurité est présent sur la feuille d'Hélène. Les autres catégories ne sont pas présentes sur les feuilles des trois élèves.

6.1.3 Analyse des entretiens

Le tableau 115 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de la modalité à l'oral selon les catégories métacognitives.

Tableau 115 : Classement des réponses formulées lors des entretiens

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXX			XXXXXX		XXXXXX	XXXXXXXXXX	
	Justifier son action		X						X	
	Autoévaluation			XX			XXX			XXXX
	Autoprojection			X			XX			XXX
Connaissances	Antérieures							XXXXXX	X	
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité		XXX						XXXXX	X
	Sécurité		X		X	X		X	XX	

Lors de l'entretien 3, les trois élèves de la modalité à l'oral présentent une augmentation significative du nombre de réponses dans lesquelles ils explicitent leurs **actions**, principalement avant la tâche. À ce moment, les élèves formulent un objectif et planifient leur travail. Les trois élèves **justifient** peu leurs actions et le font uniquement pendant les tâches. Deux des trois élèves de la modalité à l'oral, Benjamin et Hélène, ont progressé dans leur capacité à justifier leur **autoévaluation** lorsque le chercheur les interroge. Pour les trois élèves, une amélioration est identifiée dans leur capacité à répondre aux questions d'**autoprojection**. Lors de l'entretien 3, ces élèves évoquent des stratégies plus efficaces à conserver pour réaliser la tâche.

Lorsqu'ils évoquent des **connaissances** dans leurs réponses, les élèves de la modalité à l'oral ne le font qu'au cours de l'entretien 3, le plus souvent pendant la tâche. Les réponses des trois élèves comptent davantage de **sentiments** lors de l'entretien 3, le plus souvent pendant les tâches.

6.1.4 Synthèse des résultats pour les élèves de la modalité à l'oral

Alors que pour deux élèves sur trois nous identifions une diminution du nombre d'**actions** explicitées à l'oral au fil des semaines d'entraînement, tous les élèves évoquent davantage d'actions lors de l'entretien 3 par rapport à l'entretien 1. Par contre, les feuilles de deux élèves de la modalité à l'oral contiennent moins de traces écrites de réflexion pour la TC3 que pour la TC1. Pour les trois types de données, les trois élèves **justifient** peu leurs actions et le font toujours pendant les tâches/exercices. Si les trois élèves montrent des difficultés à répondre aux questions d'**autoévaluation** lors de l'entraînement, deux d'entre eux progressent dans la manière de justifier leur autoévaluation lors des entretiens. Aucune trace d'autoévaluation n'est présente sur les feuilles des tâches complexes. Pour la catégorie "**autoprojection**", aucun des trois

élèves ne progresse dans sa capacité à citer des stratégies efficaces au fil des entraînements. Cependant, des progrès sont identifiés dans les réponses orales des élèves lors de l'entretien 3. Il n'y a pas de trace d'autoprojection sur les feuilles des tâches complexes des trois élèves de la modalité à l'oral.

Les **connaissances** évoquées par les élèves de la modalité à l'oral dans leurs réponses aux questions sont peu nombreuses durant les semaines d'entraînement. Par contre, le nombre de connaissances dans les réponses orales est plus élevé lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Les feuilles de la TC3 contiennent légèrement moins de connaissances que pour les tâches précédentes. Lorsque les élèves de la modalité à l'oral évoquent des **sentiments** dans leurs réponses, ils le font le plus souvent pendant les tâches/exercices, quel que soit le type de donnée. De plus, le nombre de sentiments évoqués dans les réponses des trois élèves est en légère augmentation à partir de S4 pour les entraînements et pour l'entretien 3.

En résumé, lorsque les élèves de la modalité à l'oral répondent aux sollicitations métacognitives régulières oralement, le nombre d'actions explicitées tend à diminuer chez deux des trois élèves. Les élèves de la modalité à l'oral justifient le plus souvent leurs actions oralement pendant les tâches/exercices lorsqu'ils répondent aux sollicitations métacognitives régulières. Pour les réponses entrant dans les catégories "autoévaluation" et "autoprojection", les trois élèves ne progressent pas dans la formulation de leurs réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières.

Les connaissances évoquées oralement sont peu nombreuses et il n'y a pas d'évolution pour cette catégorie de réponse.

Enfin, le nombre de sentiments évoqués dans les réponses orales des trois élèves de la modalité à l'oral est en légère augmentation au fil des 6 semaines de sollicitation métacognitives.

Lors des tâches de contrôle proposées sous forme de résolutions écrites d'une tâche complexe en semaine 1/6, 3/6 et 6/6, le nombre d'actions écrites est en diminution. Par contre lors des entretiens entre le chercheur et chacun des trois élèves, une augmentation des actions explicitées à l'oral est identifiée lors du troisième entretien, en semaine 6/6. Certains de ces élèves laissent des traces

écrites de justification sur les feuilles des tâches complexes 2 et 3 alors qu'ils ne l'ont pas fait pour la tâche complexe 1. Par contre, les élèves de la modalité orale justifient peu leurs actions oralement lors des entretiens et il n'y a pas d'évolution pour ce type de questionnement. Il n'y a pas de trace d'autoévaluation ni d'autoprojection sur les feuilles des tâches complexes des trois élèves de la modalité à l'oral. Par contre, pour ces deux catégories de réponses, des progrès sont identifiés dans les réponses orales de deux élèves au cours des entretiens avec le chercheur.

Pour les trois élèves de la modalité orale, des connaissances sont présentes dans leurs traces écrites sur les feuilles des tâches complexes. Ces connaissances sont légèrement moins nombreuses sur la feuille de la troisième tâche complexe en semaine 6/6. Par contre, les connaissances présentes dans les réponses orales des trois élèves augmentent lors de l'entretien 3 en semaine 6/6.

Enfin, il n'y a pas de sentiment dans les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes. Cependant, le nombre de sentiments évoqués dans les réponses orales des trois élèves de la modalité à l'oral est en augmentation au cours du troisième entretien en semaine 6/6.

6.2 Comparaison des élèves de la modalité à l'écrit : Bérénice, Manon et Héloïse

Pour rappel, les élèves de la modalité à l'écrit doivent répondre par écrit, dans un cahier, aux questions métacognitives formulées par l'enseignant durant les semaines d'entraînement. Ainsi, tous les élèves sont invités à noter leurs réponses dans leurs cahiers. Aucun échange oral sur les réponses aux questions métacognitives n'est prévu, ni entre les élèves, ni entre l'enseignant et les élèves.

6.2.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 116 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de la modalité à l'écrit selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 116 : Classement des réponses issues de l'entraînement²²

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX		XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	
	Justifier son action	X	XXXXX			XXX			XXX		X	XX			XXXXXX		X	XXXXXX	
	Autoévaluation											XXXXXX			XXXXXXXXXX			XXXXXX	
	Autoprojection												XXXXXXXXXX		XXXXXXXXXX			XXXXXXXXXX	
Connaissances	Antérieures	XXXXX	X		XXX			X			XXX	XX		XXXXXXX	X	XX	XXX	XX	XX
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques													X					
Sentiments	Insécurité										XX	XXXXXX	XXX		XXXXXXXXXX	XX		XX	XXX
	Sécurité	XX	X		X	X			XXX		XX			X	XXXXX	XXXXXXX	XX	XXXXX	XXX

Légende :

Expliciter son action

x → Action simple / g → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

x → élève insatisfait de son travail / x → élève satisfait de son travail / g → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

x → changer ou modifier sa stratégie / x → conserver sa stratégie / g → justifie son autoprojection

Pour tous les élèves de la modalité à l'écrit, c'est la catégorie **"expliciter son action"** qui contient le plus de réponses. Au fil des semaines, le nombre d'actions explicitées dans les réponses des trois élèves est en diminution. Nous constatons également que les actions décrites dans les réponses des trois élèves, avant et pendant les tâches/exercices, sont de moins en moins détaillées. Lorsque l'enseignant leur pose des questions métacognitives, les trois élèves de la modalité à l'écrit **justifient** peu leurs actions. Lorsqu'ils le font, c'est le plus souvent pendant les tâches/exercices. Le nombre de justifications présentes dans les réponses de ces élèves diminue au fil des semaines. L'analyse des réponses entrant dans la catégorie **"autoévaluation"** nous permet de constater des différences entre les élèves. Bérénice est capable de répondre aux questions d'autoévaluation en se justifiant dès la première semaine d'entraînement à cette stratégie. Elle note le plus souvent son insatisfaction par rapport à la résolution des tâches/exercices. Par contre, Manon et Héloïse ne justifient leurs autoévaluations qu'après une semaine d'entraînement. Elles notent le plus souvent leur satisfaction par rapport à la résolution des tâches/exercices. Enfin, pour la catégorie **"autoprojection"**, nous constatons que les réponses écrites des élèves contiennent toujours des stratégies qu'ils ont utilisées pour réaliser les tâches/exercices. Les trois élèves ne notent jamais leur volonté de changer ou de modifier leurs stratégies. Manon est la seule des trois élèves chez qui nous constatons une progression. Elle note des stratégies plus efficaces en fin d'expérimentation que les semaines précédentes.

Le nombre de **connaissances** apparaissant dans les réponses des trois élèves de la modalité à l'écrit diminue au cours de trois premières semaines d'entraînement. Ensuite, à partir de S4, le nombre de connaissances présentes dans les réponses

²² Suite à un problème technique, les élèves de la modalité à l'écrit n'ont pas répondu aux questions métacognitives après la tâche durant les trois premières semaines.

augmente pour les trois élèves. Le plus souvent, ces connaissances sont notées dans les réponses avant les tâches/exercices.

À partir de S4, nous observons dans le tableau 116 que le nombre de réponses avec des **sentiments** est en augmentation par rapport aux semaines précédentes. C'est après la semaine de congé que chacun des trois élèves de la modalité à l'écrit note davantage de sentiments dans leurs réponses aux questions métacognitives des enseignants. Le plus souvent, les sentiments sont évoqués pendant les tâches/exercices.

6.2.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 117 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de la modalité à l'écrit selon les catégories métacognitives.

Tableau 117 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	22	8	20
	Justifier	2	0	2
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	6	13	9
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	0
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Pour les trois élèves, la grande majorité des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes sont des **actions** de résolution. Nous identifions une diminution du nombre de traces écrites entre la TC1 et la TC2 pour les trois élèves. Par contre, le nombre d'actions de résolution est plus élevé pour la TC3 par rapport à la TC2. Les trois élèves de la modalité à l'écrit **justifient** peu leurs actions sur les feuilles des tâches complexes. Le nombre de **connaissances** dénombrées dans le tableau 117 est inférieur pour la TC1 que pour les tâches suivantes. Cependant, cette tendance n'est pas commune aux trois élèves, l'évolution du nombre de connaissances varie d'un élève à l'autre. Les autres catégories ne sont pas présentes sur les feuilles des trois élèves.

6.2.3 Analyse des entretiens

Le tableau 118 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de la modalité à l'écrit selon les catégories métacognitives.

Tableau 118 : Classement des réponses formulées lors des entretiens

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXXXXXXXXXX		X	XXXXX		XXXXX	XXXXXXXXXX	
	Justifier son action		XXX	X		X			XXXXXX	
	Autoévaluation			XXX			XXX			XXX
	Autoprojection			XXX			XXXXX			XXX
Connaissances	Antérieures		X				X	XXX	XXXX	X
	Issues de tâches antérieurs identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité								XXX	
	Sécurité		X			X	X		XXXX	

Le tableau 117 donne à voir que le nombre de réponses pour lesquelles les élèves de la modalité à l'écrit explicitent leurs **actions** avant la tâche est en augmentation d'un entretien à l'autre. Cependant, ce constat ne peut être fait pour Manon. De plus, les réponses orales de Bérénice et Héloïse sont plus détaillées lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Les trois élèves **justifient** peu leurs actions et le font le plus souvent pendant les tâches. De nouveau, le tableau laisse penser que le nombre de justifications est en augmentation d'une tâche à l'autre, mais seules les réponses de Manon suivent cette tendance. Deux des trois élèves de la modalité à l'écrit, Benjamin et Hélène, ont changé d'objet pour l'**autoévaluation** lorsque le chercheur les interroge. Ainsi, Bérénice et Héloïse passent d'une autoévaluation par rapport à leur implication lors de l'entretien 1, à une autoévaluation de la qualité de leur réponse lors de l'entretien 3. Notons que Manon s'autoévalue, dès son premier entretien, par rapport à l'objectif de la tâche. Pour les trois élèves, aucune amélioration n'est identifiée dans leur capacité à répondre aux questions d'**autoprojection**.

Lorsqu'ils évoquent des **connaissances** dans leurs réponses, chacun des trois élèves de la modalité à l'écrit le fait davantage au cours de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Manon et Hélène comptent davantage de **sentiments** lors de l'entretien 3 que pour les entretiens précédents. Pour Bérénice, elle évoque le plus de sentiment lors de l'entretien 2. Nous retenons que pour les trois élèves, c'est le premier entretien qui contient le moins de sentiments évoqués dans les réponses aux questions du chercheur.

6.2.4 Synthèse des résultats pour les élèves de la modalité à l'écrit

L'évolution des réponses pour lesquelles les élèves de la modalité à l'écrit évoquent des **actions** diffère en fonction du type de donnée et varie d'un élève à l'autre. De plus, lorsque les trois élèves **justifient** leurs actions, ils le font le plus souvent pendant les

tâches/exercices. En ce qui concerne l'**autoévaluation**, des différences sont également constatées entre les élèves, sans qu'une convergence ne soit identifiée pour les trois types de données. Lorsque des questions d'**autorégulation** leur sont posées, une seule élève progresse dans sa capacité à formuler des réponses, en notant des stratégies efficaces pendant l'entraînement. Les trois élèves n'évoquent que des stratégies à conserver.

En termes de **connaissances** présentes dans les réponses des trois élèves, nous constatons que leur nombre augmente chez les trois élèves lors des entraînements, sur les feuilles des tâches complexes et lors des entretiens.

Lorsqu'ils évoquent des **sentiments** dans leurs réponses aux questions métacognitives, les trois élèves de la modalité à l'écrit le font le plus souvent pendant les tâches/exercices. Nous constatons, pour les trois élèves, une augmentation du nombre de sentiments présents dans leurs réponses écrites lors de l'entraînement et dans leurs réponses orales lors des entretiens.

En résumé, lorsque les élèves de la modalité à l'écrit répondent aux sollicitations métacognitives régulières, ils explicitent de moins en moins leurs actions par écrit au fil des six semaines et celles-ci sont de moins en moins détaillées. Par écrit, pour ce même type de questionnement, les élèves justifient peu leurs actions, le plus souvent pendant les tâches/exercices et de moins en moins au fil des six semaines. Les trois élèves de la modalité à l'écrit parviennent à autoévaluer par écrit leur travail et à se justifier. Lorsqu'ils répondent aux sollicitations métacognitives régulières, les trois élèves évaluent par écrit uniquement les stratégies qui leur semblent utiles. Seule une élève évolue dans sa capacité à rédiger des stratégies efficaces pour résoudre les tâches/exercices.

Pour les trois élèves de la modalité à l'écrit, le nombre de connaissances présentes dans les réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières est en augmentation au fil des semaines pour les trois élèves.

De même, le nombre de sentiments présents dans les réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières est également en augmentation au fil des six semaines d'expérimentation.

Lors des tâches de contrôle proposées sous forme de résolutions écrites d'une tâche complexe en semaine 1/6, 3/6 et 6/6, le nombre d'actions écrites sur les feuilles sont moins nombreuses pour la tâche complexe 2 en semaine 3/6 que pour les deux autres tâches complexes. Par contre, alors que ces élèves n'étaient pas sollicités à l'oral de manière régulière, une augmentation du nombre d'actions et de leur niveau de détail explicités oralement est observée chez deux élèves lors des entretiens avec le chercheur. Il n'y a pas d'évolution commune aux trois élèves dans leur capacité à justifier leurs actions, que ce soit par écrit sur les feuilles des tâches complexes ou dans leurs réponses orales lors des entretiens. Ils se justifient peu, davantage à l'oral que sur les documents et le plus souvent pendant la tâche. Il n'y a pas de trace écrite d'autoévaluation ni d'autoprojection sur les feuilles des tâches complexes. Par contre, lors des entretiens avec le chercheur, les trois élèves évaluent la qualité de leur réponse de manière plus détaillée lors du dernier entretien en semaine 6/6 . Au cours des entretiens, il n'y a pas d'évolution dans les réponses orales des trois élèves pour la catégorie "autoprojection".

Sur les feuilles des tâches complexes, les traces écrites contiennent davantage de connaissances pour les tâches complexes 2 (semaine 3/6) et 3 (semaine 6/6) que pour la première tâche complexe en semaine 1/6. En semaine 6/6, le nombre de connaissances évoquées oralement est en augmentation lors des entretiens avec le chercheur.

Les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes des trois élèves de la modalité à l'écrit ne contiennent pas de sentiment. Par contre, les trois élèves évoquent davantage de sentiments dans leurs réponses orales lors du dernier entretien avec le chercheur en semaine 6/6 que lors des entretiens précédents.

6.3 Comparaison des élèves de la modalité mixte : Bastien, Malek et Hanna

Pour rappel, les élèves de la modalité mixte doivent répondre parfois par écrit dans un cahier, parfois oralement aux questions métacognitives formulées par l'enseignant durant les semaines d'entraînement. Tous les élèves sont invités à répondre par écrit aux questions de l'enseignant. Pour les questions orales, le plus souvent, l'enseignant interroge les élèves qui lèvent le doigt.

6.3.1 Analyse de l'entraînement

Le tableau 119 donne à voir le classement des réponses, lors de l'entraînement, des trois élèves de la modalité mixte selon les semaines, les catégories et les temps métacognitifs.

Tableau 119 : Classement des réponses issues de l'entraînement

Entraînement		Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5			Semaine 6		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action	EEEEEEEE	OOEEEEE		OOEEEEE	OEE		OOEEEEE	OOOOEEE		OOOOEEEEEEEEEE	OEEEEE		OOEEEEE	OOOOEEE		EEEE	OOOOOOEE	
	Justifier son action	EE	OOOEEE			E		E	EOOO			E			OOO			OO	
	Autoévaluation			OOEEEEE			EOOO			EEE		E	OOEEEEE			OOE			OOEE
	Autoprojection			OOOEEE			OEEE			EEE			OOOEEEE			OOOE			OEE
Connaissances	Antérieures	E	OEE	O		E	EO		OOOE		E	OEE	E	O				OO	
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques			O												O	EE	E	
Sentiments	Insécurité	EEE		EEEE			O		O	E	O	OE		O	OE	E	E	OOOOOE	OEEE
	Sécurité			E			OE	EE	O	EE	E	EEEE	EEEE	E			E	EE	E

Légende :

E → Réponse écrite / O → Réponse orale

Expliciter son action

E ou O → Action simple / E ou O → Actions hiérarchisées (plusieurs actions avec des liens entre elles)

Autoévaluation :

E ou O → élève insatisfait de son travail / E ou O → élève satisfait de son travail / E ou O → justifie son autoévaluation

Autoprojection :

E ou O → changer ou modifier sa stratégie / E ou O → conserver sa stratégie / E ou O → justifie son autoprojection

Pour les trois élèves de la modalité mixte, c'est la catégorie "expliciter son **action**" qui contient le plus de réponses. Lorsqu'ils répondent aux questions avant les tâches/exercices, les trois élèves le font le plus souvent par écrit (39 réponses) qu'à l'oral (9 réponses). Une augmentation du nombre de réponses orales avant les tâches/exercices est toutefois observée dans le tableau 119 au fil des semaines. Pendant les tâches/exercices, le rapport entre les réponses orales (20 réponses) et écrites (19 réponses) est plus équilibré. Pour ce qui est de la manière selon laquelle les élèves répondent, des différences interindividuelles sont constatées. Bastien répond plus facilement avec des phrases détaillées lorsqu'il est interrogé à l'oral. Pour Malek nous n'identifions pas de différence entre l'oral et l'écrit et il formule plus souvent des réponses hiérarchisées avant les tâches/exercices que pendant. De son côté, Hanna répond de plus en plus avec des actions simples au fil des semaines. Lorsque les trois élèves de la modalité mixte répondent aux questions des enseignants pour **justifier** leurs actions, ils le font le plus souvent pendant les tâches/exercices. Les trois élèves évoluent différemment dans leur manière de justifier leurs actions. Ainsi, au fil des semaines, Bastien se justifie de plus en plus à l'oral et le nombre de justifications écrites diminue. Malek et Hanna se justifient selon les deux modalités, sans évolution. L'analyse des réponses entrant dans la catégorie "**autoévaluation**" nous permet de constater des différences entre les élèves. Bastien et Malek répondent aux questions

d'autoévaluation oralement et par écrit. Leurs réponses sont peu détaillées et peu en lien avec les tâches/exercices, cela n'évolue pas au cours des semaines d'entraînement. Hanna répond aux questions d'autoévaluation uniquement par écrit, elle passe d'une autoévaluation centrée sur la réussite des tâches/exercices à une autoévaluation liée à la compréhension de celles-ci. Pour la catégorie "**autoprojection**", des différences apparaissent entre les réponses des trois élèves. Bastien développe plus facilement ses réponses oralement que par écrit, les questions de relance de l'enseignant l'aident à développer ses idées. Les réponses de Malek, à l'oral ou à l'écrit, sont peu détaillées et peu efficaces pour réaliser les tâches/exercices. Hanna formule des réponses en évoquant des stratégies efficaces pour résoudre les tâches/exercices, oralement dès S1 et par écrit dès S2. Au fil des six semaines d'entraînement, nous n'identifions aucune évolution dans les réponses de ces trois élèves pour la catégorie "autoprojection".

Les **connaissances** présentes dans les réponses des trois élèves de la modalité mixte sont évoquées différemment d'un élève à l'autre. Pour Bastien, les connaissances sont le plus souvent présentes dans ses réponses orales. Pour Malek et Hanna, c'est principalement à l'écrit qu'ils évoquent des connaissances. Lorsqu'ils évoquent des connaissances dans leurs réponses, les trois élèves de la modalité mixte le font le plus souvent pendant les tâches/exercices.

Lorsqu'ils répondent aux questions métacognitives pour évoquer des **sentiments**, les trois élèves de la modalité mixte le font le plus souvent par écrit (74% des réponses). Pour Bastien et Malek, le nombre de sentiments évoqués dans leurs réponses augmente au fil des semaines.

6.3.2 Analyse des résolutions écrites des trois tâches complexes

Le tableau 120 donne à voir le classement des traces écrites, sur les feuilles des tâches complexes, des trois élèves de la modalité mixtes selon les catégories métacognitives.

Tableau 120 : Classement des traces de réalisation sur les feuilles des tâches complexes.

Tâches complexes		TC1	TC2	TC3
Stratégies	Expliciter son action	12	15	31
	Justifier	0	0	2
	Autoévaluation	0	0	0
	Autoprojection	0	0	0
Connaissances	Connaissances	3	11	16
Sentiments	Sentiment d'insécurité	0	0	5
	Sentiment de sécurité	0	0	0

Pour les trois élèves de la modalité mixte, nous observons dans le tableau 119, que le nombre d'**actions** de résolution est en augmentation d'une tâche à l'autre. Plus précisément, les feuilles de la TC3 des trois élèves contiennent beaucoup plus de traces de résolutions que les feuilles des autres tâches complexes. Le nombre de **connaissances** présentes sur les feuilles des trois élèves est aussi en augmentation d'une tâche à l'autre. Par contre, les traces entrant dans les autres catégories varient d'un élève à l'autre. Pour Bastien et Hanna, il n'y a pas de trace entrant dans les autres catégories. Pour Malek, nous constatons que la feuille de la TC3 contient des traces de **justification** et des **sentiments**, ce qui n'apparaissait pas sur ses feuilles lors des tâches précédentes.

6.3.3 Analyse des entretiens

Le tableau 121 donne à voir le classement des réponses orales, issues des entretiens, des trois élèves de la modalité mixte selon les catégories métacognitives.

Tableau 121 : Classement des réponses formulées lors des entretiens

Entretiens		Entretien 1			Entretien 2			Entretien 3		
Thèmes	Catégories	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après	Avant	Pendant	Après
Stratégies	Expliciter son action		XXXXXXXXXXXXXXXXXX		XXX	XXXXXXXXXXXXX		XXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	
	Justifier son action		XXXXX			X			XXX	
	Autoévaluation			XXXX			XXXX			XXXX
	Autoprojection			XXXX			XXXX			XXX
Connaissances	Antérieures	X	XX		X	XX	X	XXX	XXXX	X
	Issues de tâches antérieures identifiées comme identiques									
Sentiments	Insécurité		XXXXXX			XXXXXX			XXX	
	Sécurité		XXX		X	XX		X	XXXXXX	

Durant les entretiens, lorsque les élèves de la modalité mixte répondent aux questions du chercheur, ils le font le plus souvent pour expliciter les **actions** qu'ils ont entreprises pendant la tâche. Nous constatons dans le tableau 121, que pour les entretiens 2 et 3 les élèves répondent aux questions en explicitant des actions qui se sont déroulées avant la tâche, alors qu'ils ne le faisaient pas avant. Les élèves de la modalité mixte **justifient** peu leurs actions. Lorsqu'ils le font, c'est toujours pour justifier des actions

qui se sont déroulées pendant la tâche. En termes d'**autoévaluation**, nous n'identifions pas de similitude entre les trois élèves de la modalité mixte. Pour les trois élèves de la modalité mixte, il y a un progrès dans la capacité à formuler des réponses entrant dans la catégorie "**autoprojection**". Les stratégies qu'ils évoquent sont plus détaillées et efficaces à partir de l'entretien 2. Le plus souvent, il s'agit de stratégies qu'ils ont utilisées pour réaliser les tâches, ils évoquent peu l'idée de modifier ou de changer de stratégie.

Les **connaissances** évoquées dans les réponses des élèves de la modalité mixte sont de plus en plus nombreuses au fil des entretiens, le plus souvent pour évoquer ce qu'ils ont fait pendant la tâche.

Les **sentiments** présents dans les réponses diffèrent d'un élève l'autre. Bastien en évoque peu. Pour Malek, de plus en plus de sentiments sont présents dans ses réponses au fil des entretiens. Hanna est de plus en plus précise pour expliquer ses sentiments.

6.3.4 Synthèse des résultats pour les élèves de la modalité mixte

Pour les réponses orales données par les élèves lors des entraînements et des entretiens, nous constatons une augmentation des **actions** évoquées avant les tâches/exercices. De plus, une augmentation importante des actions de résolution est constatée sur les feuilles des tâches complexes des trois élèves. Ensuite, des différences interindividuelles apparaissent au fil des semaines d'entraînement. Par exemple, Bastien explicite ses actions de manière plus détaillée à l'oral, nous n'identifions pas de différence entre les actions explicitées à l'oral ou à l'écrit pour Malek et Hanna répond en évoquant des actions principalement à l'écrit. Des différences de progressions apparaissent également suivant les modalités de réponses et les élèves. Les trois élèves de la modalité mixte **justifient** peu leurs actions dans leurs réponses aux questions métacognitives. Lorsqu'ils le font, c'est le plus souvent pendant les tâches/exercices. Il y a peu d'évolution de cette catégorie de réponses au fil des semaines, cela dépend du type de donnée et varie d'un élève à l'autre. Il n'y a pas d'évolution commune aux trois élèves de la modalité mixte concernant les réponses aux questions d'**autoévaluation**. Les réponses d'**autoprojection** des trois élèves de la modalité mixte évoluent différemment en fonction des élèves lors de l'entraînement.

Par contre, les trois élèves évoquent davantage de stratégies efficaces et détaillées pour résoudre les tâches complexes dès l'entretien 2. Pour cette catégorie de réponses, les élèves évoquent le plus souvent des stratégies qu'ils ont utilisées, sans les remettre en question.

Il ressort des trois types de données que les trois élèves de la modalité mixte mobilisent davantage de **connaissances** dans leurs réponses lorsqu'ils évoquent ce qu'ils ont fait pendant les tâches/exercices. Si les différences interindividuelles ne permettent pas de conclure à une évolution commune des connaissances évoquées par les trois élèves lors de l'entraînement, une tendance est identifiée pour les tâches complexes. Ainsi, pour les trois élèves et à chaque tâche complexe, le nombre de connaissances présentes sur les feuilles et dans les réponses aux questions lors des entretiens est en augmentation.

Le nombre de **sentiments** évoqué dans les réponses a tendance à augmenter durant l'entraînement pour les trois élèves. Cependant, cette tendance varie d'un élève à l'autre sur les feuilles des tâches complexes et dans les réponses des entretiens. Par contre, pour les trois types de données et pour les trois élèves, lorsqu'ils évoquent des sentiments dans leurs réponses, il le font le plus souvent pendant les tâches/exercices.

En résumé, dans la modalité mixte, les élèves alternent entre réponse à l'oral et réponse à l'écrit durant les sollicitations métacognitives régulières. Bien que les trois élèves sont sollicités à l'oral et à l'écrit, ceux-ci ne montrent pas le même niveau d'engagement dans les deux modalités, ni la même évolution dans les différentes catégories de réponses. Par exemple Bastien, élève de niveau bas en mathématique, prend davantage la parole oralement au fil des semaines lorsque l'enseignant/ le chercheur pose des questions métacognitives aux élèves dans la modalité orale. Dans cette modalité, les relances orales de l'enseignant aident Bastien à détailler davantage ses réponses. Par contre Hanna, élève de niveau haut, répond aux questions métacognitives à l'écrit lorsque l'enseignant/le chercheur applique cette modalité, mais elle répond peu et de manière peu détaillée aux questions métacognitives lorsque les questions lui sont posées à l'oral. Ces différences permettent difficilement de conclure à des tendances

communes aux trois élèves en ce qui concerne leur évolution lors des sollicitations métacognitives régulières.

Bien que des progrès soient identifiés dans les réponses des trois élèves aux sollicitations métacognitives régulières, ces évolutions varient d'un élève à l'autre. Par contre, pour les trois élèves, une augmentation importante du nombre et de la diversité des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes, utilisées comme tâche de contrôle, est identifiée. À partir du deuxième entretien en semaine 3/6 avec l'enseignant/le chercheur, les trois élèves explicitent également davantage d'actions avant la tâche complexe que lors de l'entretien précédent. Aucune trace écrite d'autoévaluation ou d'autoprojection n'est identifiée sur les feuilles des tâches complexes. Cependant, ces catégories de réponses sont présentes dans les réponses orales lors des entretiens avec le chercheur. Ainsi, lors des entretiens, alors qu'il n'y a pas d'évolution des élèves concernant leurs réponses orales aux questions d'autoévaluation, ils progressent dans leur capacité à répondre aux questions d'autoprojection.

Le nombre de connaissances présentes dans les réponses des trois élèves augmente dans les traces écrites sur les feuilles à chaque nouvelle tâche complexe et dans les réponses orales lors de chaque nouvel entretien.

Enfin, l'évolution du nombre de sentiments évoqués varie dans les réponses orales lors des entretiens. Pour les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes, un seul élève, Malek, note des sentiments sur la feuille de la troisième tâche complexe en semaine 6/6. C'est aussi l'élève pour lequel il y a une augmentation des sentiments évoqués oralement lors des entretiens.

6.4 Réponse à la QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Des différences et des similitudes entre les modalités sont constatées. Ainsi, nous avons identifié que le nombre d'actions explicitées dans les réponses des trois élèves de la modalité à l'oral a tendance à diminuer au fil des semaines d'entraînement. Par contre, pour les élèves des modalités à l'écrit et mixte, l'évolution du nombre de

réponses évoquant des actions varie davantage d'un élève à l'autre lors de l'entraînement.

Une autre différence importante concerne les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes. Pour les élèves de la modalité à l'oral, leur nombre diminue après la TC1 sans remonter pour la TC3. Pour les élèves de la modalité à l'écrit, le nombre de traces diminue pour la TC2 et remonte pour la TC3. Par contre, les élèves de la modalité mixte laissent de plus en plus de traces écrites d'une tâche complexe à l'autre. C'est lors des entretiens que nous constatons que les élèves de la modalité à l'oral évoquent de plus en plus d'actions d'un entretien à l'autre, ce qui n'est pas le cas pour les autres modalités.

Ces différences dans l'évolution des réponses des élèves selon les modalités doivent cependant être nuancées. En effet, si le nombre d'actions est en augmentation pour les élèves de certaines modalités, il faut noter que ces augmentations concernent des données pour lesquelles le nombre de réponses était inférieur par rapport aux élèves des autres modalités. Ainsi, si le nombre d'actions augmente pour les élèves de la modalité mixte sur les feuilles des tâches complexes, nous constatons également que le nombre de traces de ces élèves était bien inférieur pour la TC1 que pour les élèves des deux autres groupes. De même, pour les élèves de la modalité à l'oral, si le nombre de réponses augmente au cours des entretiens, il faut noter que les actions explicitées par ces élèves étaient moins nombreuses pour l'entretien 1 que pour les élèves des autres modalités.

Pour les élèves des modalités à l'oral et mixte, nous constatons des progrès dans leur capacité à répondre aux questions d'autoprojection, oralement, lors des entretiens. Nous pouvons ici noter que pour ces deux modalités, les élèves ont répondu aux questions oralement durant l'entraînement et ont pu entendre les réponses des autres élèves, ce qui n'était pas le cas pour les élèves de la modalité à l'écrit.

Pour les trois modalités, les élèves évoquent davantage de connaissances au fil des semaines. Cependant, des différences apparaissent entre les modalités. Les élèves de la modalité à l'oral évoquent davantage de connaissances au fil des entretiens, à l'oral. Les élèves de la modalité à l'écrit évoquent davantage de connaissances au fil des

semaines, quel que soit le type de données. Pour les élèves de la modalité mixte, le nombre de connaissances augmente sur les feuilles de chaque nouvelle tâche complexe et à chaque entretien.

Pour les trois modalités, nous constatons une augmentation du nombre de réponses pour lesquelles les élèves évoquent des sentiments pendant les entraînements. Le plus souvent, lorsque les élèves des trois modalités évoquent des sentiments, ils le font pendant les tâches/exercices.

Un autre constat est que les réponses des élèves de la modalité à l'oral sont moins nombreuses que les réponses de la modalité à l'écrit. Lorsque l'enseignant interroge les élèves oralement, il ne peut le faire pour tous les élèves, alors que pour la modalité à l'écrit, chaque élève est tenu de répondre dans son cahier. Bien que les élèves de la modalité à l'écrit ne sont pas obligés de noter leur réponse dans le cahier, nous constatons qu'ils le font. Pour les élèves de la modalité à l'oral, nous ne savons pas s'ils répondent intérieurement aux questions alors qu'ils ne sont pas interrogés.

Pour conclure, des progrès sont identifiés dans les réponses orales aux sollicitations métacognitives régulières. Ces progrès varient d'un élève à l'autre et selon les catégories de réponses métacognitives (e.g. davantage de sentiments évoqués au cours des trois dernières semaines sur les six). Ensuite, les trois élèves qui bénéficient de sollicitations métacognitives régulières à l'oral ne progressent pas dans leur capacité à laisser des traces écrites sur les feuilles des tâches de contrôle qui leur sont proposées à trois moments de l'expérimentation, en semaine 1/6, 3/6 et 6/6 . Par contre, ces trois élèves montrent des progrès dans leur capacité à répondre oralement aux questions métacognitives du chercheur lors des entretiens réalisés pour commenter chaque tâche complexe. De plus, il a été constaté que même si ces élèves ne progressent pas dans certaines catégories de réponses à l'oral lors des sollicitations métacognitives régulières, des progrès peuvent être constatés lors des entretiens ponctuels réalisés avec le chercheur. Pour les élèves de cette modalité, il n'y a pas d'évolution sur les feuilles des tâches complexes.

Concernant les trois élèves de la modalité à l'écrit, lorsqu'ils répondent aux sollicitations métacognitives régulières à l'écrit, des évolutions communes sont parfois constatées pour les trois élèves (e.g. diminution du nombre d'actions explicitées). Cependant, des différences de progressions sont également identifiées entre les élèves (e.g. autoprojection) et certaines catégories de réponses n'évoluent pas au fil des six semaines (e.g. justifier son action). Outre l'analyse des réponses écrites aux sollicitations métacognitives régulières, les trois élèves de la modalité à l'écrit ont également dû résoudre par écrit trois tâches complexes utilisées comme tâches de contrôle et les commenter oralement en présence du chercheur. Les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes n'ont pas permis d'identifier d'évolution dans les réponses des trois élèves. Par contre, bien qu'ils ne s'entraînent pas à répondre à l'oral, des progrès sont toutefois constatés dans certaines catégories de réponses orales au fil des entretiens avec le chercheur (e.g. connaissances et sentiment).

Pour les élèves de la modalité mixte, l'enseignant change la modalité de réponse des élèves à chaque séance de cours, en alternant entre les réponses à l'oral et à l'écrit. Lors des sollicitations métacognitives régulières, nous avons pu constater que pour les élèves de la modalité mixte, certains élèves s'expriment davantage lorsque les questions sont posées à l'oral alors que d'autres répondent plus souvent aux questions à l'écrit. Un élève montre également plus de facilité à répondre aux questions orales, bénéficiant ainsi de l'interaction avec l'enseignant. Les évolutions dans les différentes catégories de réponses lors des sollicitations métacognitives régulières diffèrent d'un élève à l'autre. Cependant, les élèves de la modalité mixte sont les seuls pour lesquels les traces écrites sur les feuilles des tâches complexes, utilisées comme tâche de contrôle, sont plus nombreuses et plus diversifiées à chaque nouvelle tâche. Ces trois élèves progressent également dans certaines catégories de réponses lors des entretiens oraux avec le chercheur. C'est la seule modalité pour laquelle les trois élèves progressent dans les deux modes de questionnement liés à la tâche de contrôle, à l'écrit sur les feuilles et à l'oral lors des entretiens avec le chercheur.

Discussion

Dans cette dernière partie du travail, nous discutons des résultats présentés dans le point qui précède. Tout d'abord, le cheminement de l'étude retrace la démarche méthodologique employée. Ensuite, chacune des questions de recherche est discutée afin de confronter les résultats aux théories présentées dans le cadre théorique. Enfin, nous terminons la discussion en évoquant les limites de cette recherche et en proposant des perspectives pour des études ultérieures.

1. Cheminement

L'objectif de la recherche qui vient d'être présentée était de comprendre dans quelle mesure des sollicitations régulières faisant appel à des réponses métacognitives orales, écrites ou mixtes des apprenants de première secondaire en mathématiques, diffèrent dans leur capacité à activer et développer les compétences métacognitives. Pour guider le travail, deux questions de recherche ont été posées :

- QR1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?
- QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Pour répondre à ces deux questions, une stratégie de recherche longitudinale de type qualitative a été choisie. Plus précisément, nous avons adopté une approche par étude de cas multiples, considérant qu'un cas est constitué de trois élèves d'une même modalité. Pour ce faire, trois classes de 1^{re} secondaire ont été sélectionnées dans un même établissement scolaire, pour chaque classe notre analyse s'est concentrée sur trois élèves de niveau différents en mathématique (bas, moyen et haut).

L'expérimentation s'est déroulée sur une période de six semaines dans le cadre du cours de mathématique. Trois types de données ont ainsi été récoltées. Tout d'abord les réponses que les élèves ont formulées à chaque séance de cours et que nous avons

appelées les données de l'entraînement. Au cours de celui-ci, chaque groupe d'élèves suivait le cours de mathématiques avec un enseignant différent et selon une modalité de sollicitation métacognitive différente (oral, écrit, mixte). Au fil des semaines d'expérimentation, les élèves de chaque groupe devaient répondre aux questions métacognitives des enseignants dans la modalité qui leur était attribuée. Les questions métacognitives étaient systématiquement posées, lors de chaque séance de cours, dans le cadre d'un exercice choisi par chaque enseignant. Ces questions suivaient les trois temps métacognitifs présentés par Colognesi et al. (2020).

Les réponses des élèves ont été collectées de deux manières. Lorsqu'elles étaient formulées à l'oral, l'enseignant les enregistrait à l'aide de son smartphone. Pour les réponses écrites, celles-ci ont été recueillies dans des cahiers individuels où les élèves notaient leurs réponses. Un deuxième type de données a été collecté sous forme de traces écrites des élèves lors de la réalisation de trois tâches complexes à trois moments de l'expérimentation : au début, après trois semaines et à la fin. Le troisième type de données est constitué des réponses orales formulées par les élèves lors des entretiens menés par le chercheur après chaque tâche complexe.

Pour l'analyse des résultats, les réponses de chaque élève ont d'abord été classées dans trois tableaux composés des catégories créées par Demorsy et al. (2023), des semaines d'expérimentation et des différents temps métacognitifs. Ensuite, nous avons réalisé le portrait de chaque élève, ce qui nous a permis d'aboutir à une synthèse de l'évolution de leurs réponses selon les différents types de données. Après la réalisation des portraits, ceux-ci nous ont permis dans un premier temps de comparer l'évolution des élèves de même niveau. Dans un deuxième temps, nous avons utilisé les portraits pour comparer les élèves dans chaque modalité. Nos résultats ont montré que des évolutions communes apparaissent pour des élèves de même niveau mais aussi pour des élèves de la même modalité. Cependant, nous constatons également des différences interindividuelles entre les élèves de même niveau ou de la même modalité.

2. Discussion relative à la QR1

Pour la première question de recherche, nous souhaitons comprendre comment évoluent les réactions d'élèves, de niveaux mathématiques différents, aux questions

métacognitives régulières durant six semaines d'entraînement dans le cadre d'un cours de mathématiques. Nous discuterons dans un premier temps de l'évolution des réponses métacognitives pour les élèves de chaque niveau en mathématique. Dans un deuxième temps nous discuterons des différences et des similitudes entre les différents niveaux.

Premièrement, pour les élèves de **niveau bas** en début d'expérimentation, nous retrouvons un des constats de l'étude de Demorsy et al. (2023). Ainsi, les élèves du début du secondaire savent répondre aux questions métacognitives mais leurs réponses sont pauvres et peu étayées. Par la suite, les résultats pour ce profil d'élève montrent que des progrès sont constatés dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives avec des stratégies, mais les progrès varient d'un élève à l'autre et selon le type de donnée. De plus, alors que les questions métacognitives visaient à activer les compétences métacognitives, nous constatons que ce sont les connaissances et les sentiments pour lesquels nous constatons une augmentation, quel que soit le type de donnée chez les trois élèves. Un constat similaire a été fait par Demorsy et al. (2023), dans leur étude, ils ont relevé que les élèves étaient plus familiers avec le fait de mettre des mots sur des sentiments ainsi que d'évoquer, dans une moindre mesure, des connaissances lorsqu'ils résolvent des tâches/exercices.

Les élèves de **niveau moyen** en mathématiques présentent des différences plus marquées dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives au début de l'expérimentation, ainsi que dans l'évolution de leurs réponses au fil du temps. Ceci rejoint l'idée de Veenman et al., (2004) qui mentionnent que le bagage métacognitif des enfants peut être plus ou moins développé selon l'environnement dans lequel ils évoluent. Ainsi, nous devons rester vigilants par rapport au fait de classer les capacités métacognitives des élèves en fonction de leur niveau scolaire. Néanmoins, les résultats montrent, comme le soulignent également Veenman et al., (2004), que la stimulation par l'entourage des compétences et connaissances métacognitives permet aux élèves d'acquérir et de développer ces compétences et connaissances. Ainsi, les élèves de niveau moyen qui avait des difficultés à répondre aux questions avant les tâches/exercices progressent dans leur capacité à formuler des objectifs et à planifier leurs actions à la fin de l'expérimentation.

De plus, les traces présentes sur les feuilles des tâches complexes sont en augmentation pour les trois élèves lors de la TC3 et chacun d'entre eux a trouvé la solution. Ce constat rejoint les conclusions de Hattie (2009) qui préconise de développer les capacités métacognitives des élèves afin d'améliorer leurs performances scolaires, mais aussi ceux de Berger et al. (2010) qui ont observé des effets positifs d'un entraînement sur la résolution de problèmes mathématiques. Pour cette catégorie d'élève, nous avons observé comme pour les élèves de niveau bas, une augmentation du nombre de sentiments évoqués dans leurs réponses dans les différents types de données.

Pour les élèves de **niveau haut**, nous observons comme pour les élèves des autres niveaux, des différences dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives en début d'expérimentation. Ce constat est étonnant dans le sens où Ohtani & Hisasaka (2018) soulignent que la littérature met en évidence un lien positif entre les stratégies métacognitives et les performances mathématiques. Nous pensons qu'une réponse possible à ce constat est à chercher dans le manque de sens que ces élèves peuvent trouver dans le fait de répondre aux questions métacognitives. Ainsi, comme le précisent plusieurs auteurs (Demorsy et al., 2023; Veenman et al., 2006), il est nécessaire d'amener les élèves à comprendre l'utilité des questions métacognitives pour favoriser l'apprentissage, ce qui n'a pas été fait lors de l'expérimentation. Dans leur recherche, Hanin & Van Nieuwenhoven (2018) ont d'ailleurs constaté qu'un élève expert peut trouver l'utilité dans la prise de conscience que les stratégies métacognitives peuvent l'aider à être plus efficace dans la résolution de tâches complexes.

Ensuite, nous constatons que les élèves de niveau haut explicitent de moins en moins d'actions lors des entraînements et parfois des réponses de moins en moins détaillées au fil des semaines. Ainsi, on peut penser, comme l'évoquent Berger et al. (2013), que ces élèves sont soumis à un effet de lassitude. En effet, outre le manque de sens, les enseignants posaient les questions métacognitives à chaque séance, toujours suivant le même rituel et sans qu'aucune exploitation ne soit faite en classe. Il est dès lors nécessaire de s'interroger sur les moyens à mettre en œuvre pour que les élèves s'engagent et continuent à s'investir dans la formulation et l'amélioration de leurs réponses.

Globalement, quel que soit le niveau des élèves, nous constatons qu'après six semaines d'entraînement aux questions métacognitives, les 9 élèves étudiés sont généralement capables de répondre aux questions métacognitives, comme l'ont déjà constaté Demorsy et al. (2023) pour les élèves entre 12 et 14 ans. Lorsque les élèves répondent aux questions métacognitives, ils le font en évoquant des stratégies, des connaissances et des sentiments. Si des différences apparaissent entre les niveaux d'élèves, nous observons également des différences, parfois importantes entre les individus, que ce soit dans l'évolution du nombre de réponses qu'ils formulent au fil des semaines ou dans l'évolution de la complexité de celles-ci.

Néanmoins, des tendances communes sont identifiées. Ainsi, les élèves des trois niveaux justifient peu leurs actions et le plus souvent pendant les tâches/exercices. Ce dernier constat rencontre également les résultats de l'étude de Demorsy et al. (2023) dans laquelle cette catégorie de réponses était principalement présente avant et pendant la tâche. Notons également que c'est la catégorie de réponses pour laquelle nous n'identifions pas de progrès chez les élèves. Dans notre recherche, à l'instar de l'étude menée par Demorsy et al. (2023), nous avons constaté que les élèves rencontrent des difficultés à envisager des changements de stratégie dans la catégorie "autoprojection". Par ailleurs, nous avons également relevé que les élèves évoquent relativement peu l'idée de changer de stratégie. Enfin, pour les trois profils d'élèves, il y a une augmentation des sentiments évoqués dans leurs réponses. Dans leur étude, Demorsy et al. (2023) avait déjà mentionné que les élèves avaient plus de facilité pour évoquer des sentiments, nous ajoutons qu'ils semblent également avoir plus de facilité pour en exprimer davantage au fil des semaines d'expérimentation. Ce constat est encourageant, car les sentiments métacognitifs sont nécessaires au mécanisme de surveillance afin d'enclencher les processus de contrôles pour aboutir au but fixé (Efklides, 2008).

3. Discussion relative à la QR2

Pour la deuxième question de recherche, nous souhaitons comprendre comment évoluent les réactions d'élèves selon les modalités de sollicitation qui leur sont

proposées. Nous discuterons de l'évolution des réponses métacognitives pour les élèves de chaque modalité.

Un premier constat que nous pouvons faire pour les élèves de la **modalité à l'oral**, c'est que les réponses de ces élèves lors de l'entraînement sont relativement pauvres et peu étayées, comme le souligne Demorsy et al. (2023). Cependant, d'autres éléments sont observés au cours des six semaines de sollicitations métacognitives régulières. Ainsi, alors que nous avons demandé à l'enseignant d'interroger les élèves qui lèvent le doigt, nous constatons que ce dernier a parfois été contraint d'interroger les élèves sans qu'ils l'aient demandé.

Les réponses des élèves de la modalité à l'oral sont donc moins nombreuses que pour les autres modalités. Pourtant, comme nous l'avions mentionné dans le cadre théorique, le choix de l'oral était justifié par le fait que certains élèves rencontrent des difficultés à s'exprimer par écrit (Colognesi, 2015). Cependant, en comparant l'évolution des réponses orales à l'entraînement et les réponses orales lors des entretiens, d'autres informations apparaissent. Ainsi, alors que les élèves ne progressent pas dans les réponses métacognitives lors des entraînements, nous identifions des progrès dans leur capacité à formuler des réponses plus détaillées pour les trois thèmes métacognitifs lors des entretiens. De ce constat, nous en tirons deux questions : pourquoi les élèves s'expriment-ils davantage à l'oral lors des entretiens que lors de l'entraînement ? Comment se fait-il que les élèves progressent lors des entretiens et pas lors des entraînements ?

Il est difficile de proposer une réponse étayée à la première question, car les facteurs influençant les réponses des élèves semblent multiples. Cependant, nous pouvons interroger le climat de classe. Comme le soulignent Sarrazin et al. (2006), un climat de classe qui favorise des buts de performance ou au contraire des buts de maîtrise peut avoir un effet sur les états émotionnels et donc sur l'engagement des élèves. Or, selon ces auteurs (2006), des buts de performances ont plus de chance d'être suscités dans des activités de groupe, ici les sollicitations métacognitives régulières, que dans des situations où l'image publique de soi est minimisée, ici les entretiens oraux. De plus, le manque d'utilité perçue de cette modalité peut également être pris en compte. En effet, lever le doigt pour répondre n'est pas nécessaire pour les élèves, ce qui ne les

empêche pas de réfléchir mentalement à la question. En revanche, lors des entretiens, ils sont seuls face à l'enseignant, et personne ne répond à leur place. De plus, aucune information sur l'utilité des questions métacognitives ne leur a été proposée. Or, Veenman et al. (2006) préconisent d'informer les apprenants sur l'utilité de la métacognition. Ensuite, une dernière piste est que l'enseignant ne peut interroger qu'un nombre limité d'élèves lorsqu'il pose les questions oralement, cela induit mécaniquement une diminution du nombre de réponses par rapport aux autres modalités.

Pour comprendre les raisons pour lesquelles les élèves progressent davantage à l'oral lors des entretiens que lors des sollicitations métacognitives régulières, nous pouvons nous appuyer sur l'étude de Veenman et al. (2006). Ces auteurs suggèrent que les pairs peuvent participer au processus métacognitif en évoquant des stratégies. Ainsi, bien que les élèves ne répondent pas aux questions à voix haute, il serait intéressant de comprendre dans quelle mesure ces élèves sont actifs intérieurement et comment les réponses formulées par les autres élèves modifient leurs processus métacognitifs.

Pour les élèves de la modalité à l'oral, il convient de noter que nous n'avons pas identifié de progrès significatifs dans la résolution des tâches complexes. Comme suggéré par Berger et al. (2013), cela peut être expliqué par le fait que les effets obtenus par un enseignant peuvent être moindres que ceux qu'un chercheur aurait pu proposer. De plus, l'enseignant n'a pas été formé à la métacognition, ce qui pourrait également avoir un impact sur les résultats. Par ailleurs, la modalité à l'oral telle qu'elle a été proposée, de manière collective, comme le souligne Dignath & Büttner (2008), ne permet pas de tenir compte des besoins individuels des élèves, ce qui pourrait limiter les effets sur leurs apprentissages. Enfin, bien que des progrès aient été observés lors du dernier entretien, il est possible que ces changements soient survenus trop tard pour se refléter pleinement sur les feuilles des tâches complexes. Dans cette optique, il aurait été intéressant de prolonger l'expérimentation afin de voir si des changements supplémentaires auraient émergé.

Pour les élèves de la **modalité à l'écrit**, nous constatons des disparités entre les élèves en ce qui concerne l'évolution de leurs réponses aux questions métacognitives, principalement lorsqu'ils évoquent des stratégies. Cette situation peut être éclairée par

divers éléments théoriques. Tout d'abord, il est important de noter que malgré ces disparités évolutives, les élèves sont généralement capables de répondre aux questions métacognitives, ce qui rejoint les conclusions de Demorsy et al. (2023). Ainsi, la présence de compétences métacognitives permet leur activation (Efklides, 2006, 2008), par exemple à l'aide de prompts métacognitifs (Gagniere, 2010), une approche utilisée lors de notre expérimentation. Cependant, selon Colognesi & Van Nieuwenhoven (2016), les interactions sociales semblent indispensables pour que l'apprenant puisse mieux comprendre ses processus internes. Or, dans le cadre de cette modalité, ces interactions n'ont pas eu lieu. Par conséquent, nous pouvons ainsi comprendre que certains élèves n'ont pas progressé dans certaines catégories de réponses métacognitives.

En revanche, les connaissances et les sentiments sont en augmentation dans les réponses des trois élèves. Cette observation rejoint le constat précédent selon lequel les élèves semblent être plus à l'aise pour évoquer des sentiments et des connaissances (Demorsy et al., 2023). De plus, cela nous permet de suggérer que ces deux catégories de réponses pourraient se développer davantage par l'écrit dans une modalité avec peu d'interaction sociale.

Bien que le manque d'interaction sociale puisse sembler freiner le développement des stratégies métacognitives chez les élèves de la modalité à l'écrit, il convient de souligner certains avantages. En effet, comme le soulignent Branigan et Donaldson (2020), l'utilisation des cahiers permet à chaque élève de réfléchir de manière individuelle sur ses propres processus métacognitifs. Dans cette optique, nous avons remarqué que, malgré l'information donnée aux élèves selon laquelle ils étaient libres de répondre ou de ne pas répondre aux questions dans le cahier, les trois élèves ont répondu aux questions métacognitives à chaque séance. Contrairement à la modalité à l'oral, cette approche assure donc une implication active des élèves dans la réponse aux questions métacognitives.

Un premier constat important concernant les élèves de la **modalité mixte** réside dans le fait de s'engager différemment dans les modalités de réponses. Nous avons remarqué que dès le début de l'expérimentation, les trois élèves se sont engagés activement dans les réponses écrites dans le cahier. Par la suite, leur engagement varie

en fonction du type de réponse attendue. L'un des élèves, en particulier, a participé de plus en plus à l'oral au cours de l'expérimentation. Cette situation suscite un intérêt particulier, car encourager les élèves à participer davantage à l'oral peut faciliter les interactions sociales avec l'enseignant. Or, comme nous l'avons déjà mentionné, les interactions sociales semblent indispensables pour permettre à l'apprenant de mieux comprendre ses processus internes (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016).

Un autre élève au sein de ce groupe présente une trajectoire différente, car il répond aux questions métacognitives quasiment exclusivement par écrit pendant la phase d'entraînement. Ces deux exemples illustrent la variabilité des préférences des élèves en ce qui concerne les modalités de réponse aux questions métacognitives en classe. Cependant, il est important de noter que les trois élèves ont montré un engagement dès le début dans les réponses écrites, contrairement à la modalité à l'oral. L'utilisation de l'écrit pourrait ainsi constituer un moyen efficace d'encourager l'engagement des élèves dans des processus métacognitifs.

Un deuxième constat important, pour les élèves de la modalité mixte, concerne l'évolution des notes écrites sur les feuilles des tâches complexes. C'est le seul groupe d'élèves pour lequel nous identifions une progression aussi marquée à la fois en termes de nombre et de diversité des notes laissées sur les feuilles. Ce constat n'est pas surprenant à la lumière de la recherche existante dans ce domaine. Par exemple, des travaux tels que ceux de Perry et al. (2019) mettent en évidence une corrélation croissante entre la métacognition et l'amélioration des résultats d'apprentissage. De même, les études menées par Berger et al. (2013) soulignent que l'entraînement métacognitif peut avoir un impact positif sur les performances des élèves.

Cependant, il reste à élucider les facteurs qui expliquent la progression plus marquée des élèves de la modalité mixte par rapport aux autres groupes. Deux éléments nous semblent essentiels pour appréhender cette disparité. Tout d'abord, le rôle joué par l'enseignant pourrait avoir eu une influence importante au sein de ce groupe. En effet, l'enseignant de ce groupe est également le chercheur responsable de la mise en place de l'expérimentation. Or, le rôle de l'enseignant est crucial pour instaurer un environnement de classe propice à la métacognition (Branigan & Donaldson, 2020). Dans ce contexte, il n'est pas surprenant, comme le soulignent Berger et al. (2013),

que des variations soient observées entre les effets d'un entraînement dispensé par un chercheur et celui proposé par des enseignants, d'autant plus que ces derniers n'ont pas reçu de formation spécifique à la métacognition. En second lieu, l'alternance entre les modalités pourrait également avoir bénéficié aux élèves. Comme nous l'avons constaté, certains élèves semblent plus à l'aise dans une modalité que dans l'autre. La proposition d'alternance entre l'écrit et l'oral pourrait offrir aux élèves davantage d'occasions pour exercer leur compétence métacognitive. En troisième lieu, il convient de noter que les données recueillies auprès des élèves de la modalité mixte sont plus abondantes que celles des autres modalités. Par conséquent, bien que la période d'expérimentation ait été identique pour les trois modalités, il est plausible que les élèves de la modalité mixte aient été soumis à des sollicitations plus nombreuses que leurs pairs des deux autres modalités.

4. Limites et perspectives

Au cours de ce processus de recherche, au moins sept limites peuvent être mises en évidence. Pour chaque limite identifiée, une perspective pour des recherches ultérieures est proposée. Enfin, nous terminons ce point en évoquant des pistes de recherche complémentaires.

4.1. Limites

Premièrement, une limitation majeure de cette étude réside dans l'absence de formation métacognitive pour deux des enseignants participants. Malgré leur intérêt pour la recherche, ces enseignants semblaient éprouver par moments des difficultés à appréhender la signification et l'utilité des questions métacognitives posées aux élèves. Ces difficultés étaient particulièrement manifestes dans la modalité à l'oral, où l'enseignant dispose de la liberté de choisir les élèves à interroger et de poser des questions de clarification. Or des recherches comme celle de Branigan & Donaldson, (2020) mettent en avant l'importance du discours et de l'attitude de l'enseignant pour le développement métacognitif en classe. De plus, une meilleure information et un accompagnement plus approfondi de ces enseignants quant à l'expérimentation auraient probablement contribué à surmonter certaines difficultés rencontrées au début

de l'étude. À titre d'exemple, pour la modalité à l'oral, l'enseignant aurait pu se sentir plus à l'aise pour interroger les élèves dès le début de l'expérimentation, les encourageant ainsi à fournir des réponses plus détaillées et justifiées au lieu de se limiter à des réponses simples. Nous aurions pu également éviter des difficultés rencontrées lors du partage des données de la modalité à l'oral. En effet, des retards dans la réception des enregistrements, parfois obtenus plus d'une semaine après les séances, ce qui a eu pour conséquence de décaler les ajustements proposés par le chercheur. Dans la modalité à l'écrit, une coordination plus étroite aurait pu éviter les problèmes techniques qui ont entravé la collecte de données après les tâches/exercices au cours des trois premières semaines.

Deuxièmement, des effets de lassitude sont apparus chez un certain nombre d'élèves. Bien que la recherche souligne l'importance de proposer des sollicitations régulières à la métacognition (Doly, 2006), des élèves répondent de moins en moins aux questions métacognitives au fil des semaines et parfois la qualité de ces réponses diminue. Il est donc important, comme le préconisent Berger et al. (2013), de réfléchir à des moyens pour maintenir les élèves engagés dans les réponses aux questions métacognitives. De plus, si cet engagement peut facilement être vérifié pour les réponses écrites, il paraît nécessaire de comprendre le niveau d'engagement des élèves de la modalité à l'oral lorsqu'ils ne sont pas interrogés.

Troisièmement, suite à notre recherche, nous avons remarqué que les élèves des trois groupes n'ont probablement pas été sollicités avec la même intensité durant les six semaines d'entraînement. Une réflexion en ce sens paraît nécessaire pour assurer une meilleure comparabilité des différents groupes d'élèves. De plus, un allongement de la période d'expérimentation pourrait s'avérer nécessaire. En effet, pour un certain nombre d'élèves, des évolutions dans leur manière de répondre aux questions métacognitives ne sont apparues qu'à la fin de la période d'expérimentation.

Quatrièmement, d'un point de vue méthodologique, certaines limites relèvent de la démarche qualitative alors que d'autres sont liées aux conditions de la recherche. En premier lieu, il est important de noter que, conformément à l'argumentation de Hanin et Van Nieuwenhoven (2018), l'approche de l'étude de cas offre la possibilité de considérer les nuances des résultats qui ne sont pas toujours perceptibles dans des analyses globales, permettant ainsi d'observer les évolutions au fil de

l'expérimentation. Cependant, il convient de souligner que cette méthode ne permet pas de généraliser les conclusions d'un cas spécifique à l'ensemble de la modalité étudiée. Par conséquent, en complément de notre démarche, il serait intéressant de procéder à une analyse qualitative des données non exploitées pour tous les élèves de chaque modalité.

Cinquièmement, nous pouvons nous interroger sur la fiabilité du codage qui a été effectué. En effet, le chercheur a réalisé seul le codage des réponses des élèves. Bien que des précautions aient été prises, par exemple en utilisant une grille éprouvée dans d'autres recherches et en confrontant le codage de la présente recherche à celui des recherches précédentes, cette limite mérite d'être mentionnée. Ainsi, Martin (2013) préconise, pour assurer la fiabilité du codage, que plusieurs chercheurs codent les mêmes données, comparent ces codages et en discutent pour ensuite parvenir à un accord sur la manière de coder les données. Cette limite est particulièrement importante pour le codage des traces écrites sur les feuilles des tâches complexes, puisque nous avons construit la grille de codage sans la confronter ni la faire tester par d'autres chercheurs.

Sixièmement, le mode de passation des entretiens pourrait être interrogé à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il faut réfléchir davantage à l'intérêt de faire passer des entretiens à l'oral avec des élèves de la modalité à l'écrit, cette question n'a pas suffisamment été investiguée en amont de l'expérimentation. Aussi, il n'a pas été envisagé de demander aux élèves de commenter leurs productions par écrit, cette piste pourrait être poursuivie. Enfin, les questions posées à l'oral au cours des entretiens permettent d'identifier des progrès dans la capacité des élèves à répondre aux questions métacognitives, mais ces entretiens permettent difficilement de savoir si les élèves se posent ces questions lors de la réalisation des tâches de contrôle.

Septièmement, bien que les élèves soient classés par niveau scolaire en mathématiques, il nous est apparu que ces niveaux ne sont peut-être pas la meilleure manière de classer les élèves selon leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Il aurait été peut-être plus facile de comparer l'évolution d'élèves ayant les mêmes capacités à répondre aux questions métacognitives. Cependant, bien qu'un classement plus précis des élèves puisse revêtir de l'intérêt pour la recherche, il est impératif de ne pas perdre de vue la mise en pratique pour les acteurs de terrain. Ainsi, il est essentiel de considérer cette dimension pratique et de permettre aux

enseignants de différencier les élèves de manière à la fois simple et efficace, favorisant leur adaptation aux besoins individuels. Car, comme le soulignent Berger et al. (2013), si l'on veut que les pratiques d'entraînement intègrent les classes au quotidien, celles-ci doivent être réalisable par des enseignants ordinaires.

4.2. Perspectives

Après avoir analysé les résultats obtenus dans cette étude, il est possible d'identifier plusieurs suggestions qui pourraient contribuer à prolonger la démarche que nous avons entreprise.

Premièrement, si la comparaison des élèves des trois modalités a bien été réalisée, nous n'avons pas exploité les données des élèves du groupe contrôle. Ces données ayant été collectées, il serait intéressant de les utiliser pour voir si les évolutions présentes sur les feuilles des tâches complexes et lors des entretiens diffèrent entre les groupes avec entraînement et le groupe contrôle.

Deuxièmement, bien que la comparaison des élèves de niveau similaire en mathématique nous ait apporté des résultats intéressants, il nous semble pertinent d'élargir la recherche à plusieurs élèves de même niveau au sein d'une même modalité. En effet, les données de tous les élèves de chaque modalité ont été récoltées mais n'ont pas été traitées pour cette recherche. Exploiter ces données récoltées permettrait de comprendre davantage si des différences ou des similitudes existent entre les élèves de même niveau dans une même modalité et entre les modalités.

Troisièmement, comme nous avons suivi une démarche par étude de cas multiples, cette approche à l'avantage, comme le souligne (Yin, 2018), de suivre un modèle de réplication. De cette manière, nous pouvons envisager de reproduire plusieurs études de cas individuelles, cela pourrait permettre de soutenir les propositions initiales, soit de les réviser.

Quatrièmement, il nous semble pertinent d'explorer l'influence que peuvent avoir certaines variantes de l'entraînement de la modalité mixte. Par exemple, nous avons testé, lors d'une séance, de poser les questions métacognitives à l'écrit aux élèves et

après chaque temps métacognitif nous leur avons demandé de partager oralement leurs réponses. Les élèves pouvaient alors prendre des notes dans leur cahier sur la base des réponses des autres élèves. Nous avons constaté que l'écrit permettait à tous les élèves de s'engager dans une réflexion individuelle, ceci semblait également favoriser les échanges oraux. De plus, nous avons constaté, dans les cahiers, que les élèves avaient pris note d'idées proposées par d'autres élèves. N'ayant pas analysé ces observations, il serait intéressant d'envisager cette adaptation de la modalité dans une recherche ultérieure.

Cinquièmement, notre recherche se penchait sur un entraînement à la métacognition sans intention de l'enseigner. Une recherche ultérieure, permettant de comprendre comment évoluent les réponses des élèves aux sollicitations métacognitives avant et après une intervention dédiée à un enseignement de la métacognition, pourrait ouvrir de nouvelles perspectives sur les moyens d'aider les enseignants à développer les compétences métacognitives des élèves.

Conclusion

En vue d'améliorer le système éducatif, le gouvernement de la Fédération Wallonie Bruxelles a pris l'initiative de rédiger et de mettre en œuvre un Pacte pour un Enseignement d'excellence (avis 3, 2017). Un des trois domaines transversaux de celui-ci fait référence à la notion d'apprendre à apprendre, c'est-à-dire à une posture réflexive de l'élève sur ses propres cognitions (Mannion & Mercer, 2016), cette thématique relève du concept de métacognition (Perry et al., 2019).

Les recherches dans le domaine de la métacognition apportent un nombre important d'arguments qui justifient d'encourager sa mise en œuvre dans les classes (Colognesi et al., 2019; Dignath et al., 2008; Escorcía & Fenouillet, 2011; Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018; Mannion & Mercer, 2016; Özsoy & Ataman, 2009; V. Perry et al., 2012; Rozencajg, 2003; Veenman et al., 2006; Zohar & Barzilai, 2013). Cependant, la métacognition n'est pas mobilisée de façon spontanée chez les élèves, et dans les classes, une intervention de l'enseignant est nécessaire (Büchel 2015 ; Schunk 2001, cités par Demorsy et al., 2023). Or, différentes représentations de la métacognition empêchent de nombreux enseignants de mettre en œuvre des pratiques favorisant la métacognition (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2016 ; Depaepe et al., 2010; Demorsy et al., 2023).

Afin de permettre aux enseignants de faire évoluer leurs pratiques en intégrant davantage la métacognition, il semble donc essentiel de répondre à leurs préoccupations. Pourtant, peu de recherches se penchent sur la compréhension de ce qui peut faire évoluer les capacités des élèves à répondre aux questions métacognitives, spécifiquement pour les élèves à l'entrée du secondaire. En outre, il convient de souligner les lacunes existantes dans la recherche concernant les modalités d'activation de la métacognition. En effet, les résultats concernant les différences entre les activations métacognitives à l'oral et à l'écrit sont peu nombreux.

C'est dans cette optique que cette recherche a été entreprise, visant à approfondir notre compréhension des évolutions potentielles dans les réponses des élèves de première année du secondaire, qui présentent des profils distincts, lorsqu'ils sont soumis à des sollicitations régulières (à l'oral, à l'écrit ou dans les deux ensemble) sur une période

de six semaines, dans le contexte de l'enseignement des mathématiques. Dans cette perspective, deux questions de recherche ont été formulées. Cette étude s'appuie sur une approche qualitative reposant sur l'analyse de cas multiples, qui vise à répondre à ces questions. Dans le cadre de cette recherche, le portrait de neuf élèves a été dressé afin de mener l'analyse requise.

Tout d'abord, l'analyse permettant de répondre à la première question nous a permis de constater que les six semaines d'entraînement à la métacognition ont permis de faire progresser les élèves dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Cette évolution est plus évidente chez les élèves de niveau bas que chez les élèves des autres niveaux. Pour autant, nous retenons que les progrès varient selon le niveau des élèves, les catégories de réponses et le type de questionnement. Malgré ces nombreuses différences, nous pouvons également conclure que les 9 élèves justifient peu leurs actions et ne progressent pas dans cette catégorie de réponses. Nous pouvons aussi constater que les élèves remettent peu en question leurs stratégies de résolution, ce qui n'évolue pas au fil des semaines. Enfin, lors des entraînements, les élèves étudiés expriment davantage de sentiments dans leurs réponses en fin d'expérimentation qu'au début.

Ensuite, l'analyse consacrée à la deuxième question de recherche révèle des distinctions entre les modalités à l'oral, à l'écrit ou mixte. Nous avons constaté que la modalité à l'oral pourrait être favorable aux élèves en permettant des échanges avec leurs pairs et des interactions avec l'enseignant. En revanche, les élèves de la modalité à l'écrit ne bénéficient pas de ces interactions, or cela ne les empêche pas de répondre avec davantage de connaissances et de sentiments au fil des semaines. Nous constatons également des progrès de ces élèves dans les réponses orales durant les entretiens alors qu'ils n'ont pas été entraînés dans cette modalité. Cette modalité pourrait également faciliter l'engagement des élèves à répondre aux questions métacognitives. Par ailleurs, la modalité mixte permet de mettre en évidence des préférences variables des élèves en matière de modalités de réponse aux questions métacognitives, préférences susceptibles d'évoluer au cours de l'expérimentation. De plus, c'est pour les trois élèves de cette modalité que nous avons pu constater l'évolution la plus remarquable des traces de résolution écrites sur les feuilles des tâches complexes.

Au terme de ce mémoire, nous pouvons dire que l'entraînement des élèves à répondre aux questions métacognitives permet de faire évoluer leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Cependant, des différences parfois importantes apparaissent entre les élèves. Il nous semble dès lors essentiel de tenir compte des capacités métacognitives pour intervenir auprès de ceux-ci. Les sollicitations à l'oral et à l'écrit semblent toutes les deux avoir des avantages comme les interactions sociales à l'oral et l'engagement à répondre pour l'écrit. Mais ces deux modalités peuvent aussi avoir des inconvénients, notamment la difficulté à vérifier l'engagement de tous les élèves à l'oral ou le manque d'interactions sociales à l'écrit. Il serait utile de poursuivre les recherches en ce sens pour mieux en comprendre les mécanismes. Par ailleurs, suite aux effets de lassitude, il nous paraît nécessaire de réfléchir au moyen de diversifier la manière de solliciter la métacognition chez les élèves. Enfin, comme le suggèrent Demorsy et al. (2023), l'enseignement de la métacognition nous semble essentiel pour donner du sens aux questions proposées lors de l'entraînement. Ainsi, des recherches visant à évaluer les effets d'un tel enseignement sont souhaitables.

Bibliographie

- Allix, P., Lubin, A., Lanoë, C., & Rossi, S. (2023). Connais-toi toi-même : Une perspective globale de la métacognition. *Psychologie Française*, S0033298422000838. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2022.08.002>
- Bannert, M. (2006). Effects of Reflection Prompts When Learning with Hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 35(4), 359-375. <https://doi.org/10.2190/94V6-R58H-3367-G388>
- Bélanger, M., & Richard, V. (2017). L'éthique de la recherche en contexte de classe : Des moyens d'actualisation de la responsabilité des enseignants du secondaire envers leurs élèves. *Éducation et francophonie*, 45(1), 155-173. <https://doi.org/10.7202/1040725ar>
- Berardi-Coletta, B., Dominowski, R. L., Buyer, L. S., & Rellinger, E. R. (1995). Metacognition and Problem Solving : A Process-Oriented Approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(1), 205-223. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.1.205>
- Berger, J.-L. (2008). *Motivation, métacognition et aptitudes cognitives chez les apprenants de la formation professionnelle initiale* [Thèse de doctorat, Université de Genève]. Archive-ouverte UNIGE. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:633>
- Berger, J.-L., Kipfer, N., & Büchel, F. P. (2012). Des effets d'un entraînement métacognitif sur les stratégies et les performances en compréhension de texte

chez des adolescents présentant de sévères difficultés d'apprentissage. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 15(2), 119-146.
<https://doi.org/10.7202/1018459ar>

Berger, J.-L., Kipfer, N. M., & Büchel, F. P. (2010). Un modèle d'intervention métacognitive pour les apprenants en formation professionnelle initiale de deux ans : Principes d'application collective et efficacité. In M. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Éds.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (p. 159-174). Peter Lang CH. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-0000-3>

Berthold, K., Nückles, M., & Renkl, A. (2007). Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 17(5), 564-577.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.007>

Bosson, M. S., Hessels, M. G. P., Hessels-Schlatter, C., Berger, J.-L., Kipfer, N. M., & Büchel, F. P. (2010). Strategy acquisition by children with general learning difficulties through metacognitive training. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 15(1), 13-34. <https://doi.org/10.1080/19404150903524523>

Bourdin, B., & Fayol, M. (1994). Is Written Language Production more Difficult than Oral Language Production? A Working Memory Approach. *International Journal of Psychology*, 29(5), 591-620.
<https://doi.org/10.1080/00207599408248175>

Branigan, H. E., & Donaldson, D. I. (2020). Teachers matter for metacognition :

Facilitating metacognition in the primary school through teacher-pupil interactions. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100718.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100718>

Braund, H. (2019). Supporting Metacognitive Development in Science Education : Exploring Ontario Elementary Teachers' Beliefs and Practices in Metacognition. *Alberta Science Education Journal*, 46(1).

Briesmaster, M., Etchegaray, P. (2017). Coherence and cohesion in EFL students' writing production : The impact of a metacognition-based intervention. *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, 22(2), 183-202.
<https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v22n02a02>

Burgess, J. (2012). The impact of teaching thinking skills as habits of mind to young children with challenging behaviours. *Emotional and Behavioural Difficulties*, 17(1), 47-63. <https://doi.org/10.1080/13632752.2012.652426>

Cardelle-Elawar, M. (1995). Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 81-95.
[https://doi.org/10.1016/0742-051X\(94\)00019-3](https://doi.org/10.1016/0742-051X(94)00019-3)

Chen, C.-H., & Bradshaw, A. C. (2007). The Effect of Web-Based Question Prompts on Scaffolding Knowledge Integration and Ill-Structured Problem Solving. 39(4), 359-375. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782487>

Chi, T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glasser, R. (1989). Self-Explanations : How Students Study and Use Examples in Learning to Solve

Problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.

Colognesi, S. (2015). *Faire évoluer la compétence scripturale des élèves*. [Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain]. DIAL. <http://hdl.handle.net/2078.1/161327>

Colognesi, S., Hanin, V., Still, A., & Van Nieuwenhoven, C. (2019). The Impact of Metacognitive Mediation on 12-Year-Old Students Self-Efficacy Beliefs for Performing Complex Tasks. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 12(2), 127-136. <https://doi.org/10.26822/iejee.2019257657>

Colognesi, S., Piret, C., Demorsy, S., & Barbier, E. (2020). Teaching Writing-With or Without Metacognition : An Exploratory Study of 11- to 12-Year-Old Students Writing A Book Review. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 12(5), 459-470. <https://doi.org/10.26822/iejee.2020562136>

Colognesi, S., & Van Nieuwenhoven, C. (2016). La métacognition comme tremplin pour l'apprentissage de l'écriture. In S. Cartier & B. Noël (Eds.), *De la métacognition à l'apprentissage autorégulé*. (pp. 111-126). de Boeck Supérieur. <http://hdl.handle.net/2078.1/176869>

Craig, K., Hale, D., Grainger, C., & Stewart, M. E. (2020). Evaluating metacognitive self-reports : Systematic reviews of the value of self-report in metacognitive research. *Metacognition and Learning*, 15, 155-213. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09222-y>

Creswell, J. W. (2012). *Educational research : Planning, conducting, and evaluating*

quantitative and qualitative research (4th ed). Pearson Education.

De Vecchi, G., & Carmona-Magnaldi, N. (2015). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Hachette éducation.

Demorsy, S., Hanin, V., & Colognesi, S. (2023). How do 12- and 13-year-old students respond to metacognitive questions? Findings from math and science classes in French-speaking Belgium. *Education 3-13*, 1-15.
<https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2169049>

Depaepe, F., Corte, E., & Verschaffel, L. (2010). Teachers' metacognitive and heuristic approaches to word problem solving: Analysis and impact on students' beliefs and performance. *ZDM*, 42(2), 205-218.
<https://doi.org/10.1007/s11858-009-0221-5>

Desoete, A., & De Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education : An overview. *ZDM*, 51(4), 565-575. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01060-w>

Desoete, A., & Ozsoy, G. (2009). Introduction : Metacognition, more than the lognes monster? *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2(1), 1-6.
<https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/266>

Dignath, C., Buettner, G., & Langfeldt, H.-P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively ? A meta-analysis on self-regulation training programmes. *Educational Research Review*, 3(2), 101-129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.02.003>

Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning

among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, 3, 231-264.
<https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>

Doly, A.-M. (2006). La métacognition : De sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école. In G. Toupiol, *Apprendre et Comprendre. Place et rôle de la métacognition dans l'aide spécialisée* (pp. 84-124). Retz.

Efklides, A. (2006). Metacognition and affect : What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3-14.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>

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. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277>

Escorcia, D., & Fenouillet, F. (2011). Quel rôle de la métacognition dans les performances en écriture ? Analyse de la situation d'étudiants en sciences humaines et sociales. *Canadian Journal of Education*, 34(2), 53-76.

Ferreira, P. C., Simão, A. M. V., & da Silva, A. L. (2015). Does training in how to regulate one's learning affect how students report self-regulated learning in diary tasks? *Metacognition and Learning*, 10(2), 199-230.
<https://doi.org/10.1007/s11409-014-9121-3>

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906-911.

- Focant, J. (2004). *Stratégies d'autorégulation d'élèves de cinquième primaire en situation de résolution de problèmes arithmétiques*. [Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain]. DIAL. <https://go.exlibris.link/2scqZnDQ>
- Gagniere, L. (2010). *Comment inciter les régulations métacognitives pour favoriser la résolution de problèmes mal structurés?* [Thèse de doctorat, Université de Genève]. Archive-ouverte UNIGE. <https://doi.org/10.13097/ARCHIVE-OUVERTE/UNIGE:12583>
- Ge, X., Chen, C.-H., & Davis, K. A. (2005). Scaffolding Novice Instructional Designers' Problem-Solving Processes Using Question Prompts in a Web-Based Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 33(2), 219-248. <https://doi.org/10.2190/5F6J-HHVF-2U2B-8T3G>
- Hanin, V. (2018). *Une approche tridimensionnelle de la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves en fin d'enseignement primaire*. [Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain]. DIAL. <http://hdl.handle.net/2078.1/213244>
- Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2016). Evaluation d'un dispositif pédagogique visant le développement de stratégies cognitives et métacognitives en résolution de problèmes en première secondaire. *Evaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation*, 2(1), 53-88. <http://hdl.handle.net/2078.1/180716>
- Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2018). Evaluation d'un dispositif d'enseignement apprentissage en résolution de problèmes mathématiques :

Evolution des comportements cognitifs, métacognitifs, motivationnels et émotionnels d'un résolveur novice et expert. *Evaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation*, 4(1), 37-66.

Hattie, J. (2009). *Visible learning : A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (Reprinted). Routledge.

Huff, J. D., & Nietfeld, J. L. (2009). Using strategy instruction and confidence judgments to improve metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning*, 4(2), 161-176. <https://doi.org/10.1007/s11409-009-9042-8>

Jacobs, J. E., & Paris, S. G. (1987). Children's Metacognition About Reading : Issues in Definition, Measurement, and Instruction. *Educational Psychologist*, 22(3-4), 255-278. <https://doi.org/10.1080/00461520.1987.9653052>

Kramarski, B. (2004). Making sense of graphs : Does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions? *Learning and Instruction*, 14(6), 593-619. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.09.003>

Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing Mathematical Reasoning in the Classroom : The Effects of Cooperative Learning and Metacognitive Training. *American Educational Research Journal*, 40(1), 281-310. <https://doi.org/10.3102/00028312040001281>

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and Unaware of It : How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments.

Journal of personality and social psychology, 77(6), 1121.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>

Lin, X., Hmelo, C., Kinzer, C. K., & Secules, T. J. (1999). Designing technology to support reflection. *Educational Technology Research and Development*, 47(3), 43-62. <https://doi.org/10.1007/BF02299633>

Lin, X., & Lehman, J. D. (1999). Supporting Learning of Variable Control in a Computer-Based Biology Environment: Effects of Prompting College Students To Reflect on Their Own Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 837-858. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199909\)36:7<837::AID-TEA6>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199909)36:7<837::AID-TEA6>3.0.CO;2-U)

Mannion, J., & Mercer, N. (2016). Learning to learn : Improving attainment, closing the gap at Key Stage 3. *The Curriculum Journal*, 27(2), 246-271. <https://doi.org/10.1080/09585176.2015.1137778>

Martin, D. (2013). *Étude, dans une perspective métacognitive, des pratiques enseignantes déclarées favorisant le développement de la compréhension dans les apprentissages des élèves du secondaire*. [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montreal]. Archipel. <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/6081>

Mevarech, Z. R. (1999). Effects of Metacognitive Training Embedded in Cooperative Settings on Mathematical Problem Solving. *The Journal of Educational Research*, 92(4), 195-205. <https://doi.org/10.1080/00220679909597597>

Mevarech, Z. R., & Amrany, C. (2008). Immediate and delayed effects of meta-

cognitive instruction on regulation of cognition and mathematics achievement. *Metacognition and Learning*, 3(2), 147-157. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9023-3>

Moshman, D. (2018). Metacognitive Theories Revisited. *Educational Psychology Review*, 30(2), 599-606. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9413-7>

Ohtani, K., & Hisasaka, T. (2018). Beyond intelligence : A meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance. *Metacognition and Learning*, 13, 179-212. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-9183-8>

Özsoy, G., & Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 67-82. <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/278>

Ozturk, N. (2017). An analysis of teachers' self-reported competencies for teaching metacognition. *Educational Studies*, 43(3), 247-264. <https://doi.org/10.1080/03055698.2016.1273761>

Pacte pour un enseignement d'Excellence – Avis N°3 du Groupe central (2017). Retrieved from http://enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=14928&do_check=RRGYKNCGHJ

Pat-El, R., Tillema, H., & van Koppen, S. W. M. (2012). Effects of formative feedback

on intrinsic motivation: Examining ethnic differences. *Learning and Individual Differences*, 22(4), 449-454.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.04.001>

Perry, J., Lundie, D., & Golder, G. (2019). Metacognition in schools : What does the literature suggest about the effectiveness of teaching metacognition in schools? *Educational Review*, 71(4), 483-500.
<https://doi.org/10.1080/00131911.2018.1441127>

Perry, V., Albeg, L., & Tung, C. (2012). Meta-Analysis of Single-Case Design Research on Self-Regulatory Interventions for Academic Performance. *Journal of Behavioral Education*, 21(3), 217-229.
<https://doi.org/10.1007/s10864-012-9156-y>

da Rosa, C. T. W., Corrêa, N. N. G., Passos, M. M., & de Mello Arruda, S. (2021). Metacognição e seus 50 anos: Cenários e perspectivas para o Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(1).
<https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i1.12194>

Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching Students to Generate Questions : A Review of the Intervention Studies. *Review of Educational Research*, 66(2), 181-221. <https://www.jstor.org/stable/1170607>

Rozencajg, P. (2003). Metacognitive factors in scientific problem-solving strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 18(3), 281-294.
<https://doi.org/10.1007/BF03173249>

- Saboya, M. (2012). Analyse d'une didactique d'intervention autour du développement d'une activité de contrôle : Stratégies d'enseignement et indicateurs de contrôle chez les élèves du secondaire. In J.-L., Dorier & S., Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et contrat social : Enjeux et défis pour le 21^e siècle–Actes du colloque EMF2012*. (p. 1246-1258). <http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012>
- Sarrazin, P., Tessier, D., & Trouilloud, D. (2006). Climat motivationnel instauré par l'enseignant et implication des élèves en classe : L'état des recherches. *Revue française de pédagogie*, 157, 147-177. <https://doi.org/10.4000/rfp.463>
- Schmitz, B., & Perels, F. (2011). Self-monitoring of self-regulation during math homework behaviour using standardized diaries. *Metacognition and Learning*, 6(3), 255-273. <https://doi.org/10.1007/s11409-011-9076-6>
- 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 University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511489976.003>
- Thillmann, H., Küsting, J., Wirth, J., & Leutner, D. (2009). Is it Merely a Question of “What” to Prompt or Also “When” to Prompt? : The Role of Point of Presentation Time of Prompts in Self-Regulated Learning. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 105-115. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.105>
- van der Stel, M., & Veenman, M. V. J. (2014). Metacognitive skills and intellectual

ability of young adolescents : A longitudinal study from a developmental perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 29(1), 117-137.
<https://doi.org/10.1007/s10212-013-0190-5>

Veenman, M. V. J. (2012). Metacognition in Science Education : Definitions, constituents, and their intricate relation with cognition. In A. Zohar & J. D. Yehudit (Eds), *Metacognition in Science Education* (pp. 21-36). Springer.
<http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-2132-6>

Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning : Conceptual and methodological considerations. *Metacognition Learning*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>

Veenman, M. V. J., Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14(1), 89-109.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.004>

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to Solve Mathematical Application Problems : A Design Experiment With Fifth Graders. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 195-229. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0103_2

Vlassis, J., Mancuso, G., & Poncelet, D. (2014). Le rôle des problèmes dans l'enseignement des mathématiques : Analyse des croyances d'enseignants du primaire. *Les cahiers des Sciences de l'Éducation*, 36, 143-175.

- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences : Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Vosniadou, S., Darmawan, I., Lawson, M. J., Van Deur, P., Jeffries, D., & Wyr, M. (2021). Beliefs about the self-regulation of learning predict cognitive and metacognitive strategies and academic performance in pre-service teachers. *Metacognition and Learning*, 16, 523-554. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09258-0>
- Weil, L. G., Fleming, S. M., Dumontheil, I., Kilford, E. J., Weil, R. S., Rees, G., Dolan, R. J., & Blakemore, S.-J. (2013). The development of metacognitive ability in adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.01.004>
- Wilson, N. S., & Bai, H. (2010). The relationships and impact of teachers' metacognitive knowledge and pedagogical understandings of metacognition. *Metacognition and Learning*, 5, 269-288. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9062-4>
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods (Third edition)*. SAGE.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods (Fourth edition)*. SAGE.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications : Design and methods (Sixth edition)*. SAGE.

Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education : Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>

Zohar, A., & Ben-Ari, G. (2022). Teachers' knowledge and professional development for metacognitive instruction in the context of higher order thinking. *Metacognition and Learning*, 17(3), 855-895. <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09310-1>

Table des annexes

Annexe 1 – Consentement des élèves, des parents et de la direction de l'établissement

Annexe 2 – Tâches complexes utilisées durant l'expérimentation

Annexe 3 - Retranscription des échanges oraux lors de l'entraînement des trois élèves de la modalité à l'oral

Annexe 4 - Tâches complexes réalisées par les trois élèves de la modalité à l'oral

Annexe 5 - Retranscription des échanges oraux lors des entretiens avec les trois élèves de la modalité à l'oral

Annexe 6 - Réponses écrites lors de l'entraînement des trois élèves de la modalité à l'écrit

Annexe 7 - Tâches complexes réalisées par les trois élèves de la modalité à l'écrit

Annexe 8 - Retranscription des échanges oraux lors des entretiens avec les trois élèves de la modalité à l'écrit

Annexe 9 - Réponses orales et écrites lors de l'entraînement des trois élèves de la modalité mixte

Annexe 10 - Tâches complexes réalisées par les trois élèves de la modalité mixte

Annexe 11 - Retranscription des échanges oraux lors des entretiens avec les trois élèves de la modalité mixte

Cette recherche vise à mieux comprendre dans quelle mesure des sollicitations métacognitives régulières, à l'oral, à l'écrit ou les deux ensemble, diffèrent dans leur capacité à activer et développer les compétences métacognitives auprès de 9 élèves de 1^{re} secondaire générale âgés de 12-14 ans dans un cours de mathématiques.

Pour guider le travail, deux questions de recherche ont été posées :

QR1 : Comment peuvent évoluer les réactions d'élèves de première secondaire à profils différents à des sollicitations métacognitives régulières sur 6 semaines dans le cadre de l'enseignement des mathématiques ?

QR2 : Comment la modalité de sollicitation de la métacognition (à l'oral, à l'écrit, ou les deux ensemble) influence-t-elle ces réactions ?

Pour répondre à ces deux questions, une approche longitudinale de type qualitative a été réalisée. Les 9 élèves ont été sollicités pour répondre aux questions métacognitives de manière régulière durant 6 semaines dans la modalité qui leur a été attribuée (oral, écrit, les deux ensemble). En parallèle de ces sollicitations régulières, les 9 élèves ont été invités à résoudre trois tâches de contrôle par écrit à trois moments de l'expérimentation, en semaine 1/6, 3/6 et 6/6. Suite à la réalisation de ces tâches, le chercheur a mené un entretien individuel avec chacun des élèves pour qu'ils commentent oralement leurs productions écrites. Pour chaque élève, un portrait a été réalisé suite à une analyse de contenu suivant les catégorisations de Demorsy et al. (2023).

Pour la QR1, les résultats ont montré que des sollicitations métacognitives régulières permettent aux élèves de progresser dans leur capacité à répondre aux questions métacognitives. Cependant, des différences apparaissent entre les élèves de niveau scolaire différents en mathématiques. Pour la QR2, les résultats indiquent que les élèves de la modalité à l'oral bénéficient des interactions avec l'enseignant et les pairs, que la modalité à l'écrit permet de favoriser l'engagement des élèves à répondre aux questions métacognitives et que la modalité mixte favorise le transfert des compétences métacognitives lors des tâches de contrôle.

Des recherches ultérieures portant sur l'analyse des réponses d'un plus grand nombre d'élèves par modalité devraient permettre de préciser les résultats de cette étude.

Les apports théoriques significatifs de cette recherche sont issus de Colognesi (2015), Colognesy et al. (2020), Demorsy et al. (2023), Gagnière (2010) et Veenman et al. (2006).