UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Isabelle PIC ép. NORMAND

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université de Nantes
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

École doctorale : Cognition, éducation, interaction

Discipline : Sciences de l'éducation
Unité de recherche : CREN, EA 2661

Soutenue le 4 novembre 2016

Comprendre la réussite des élèves en situation de résolution de problèmes arithmétiques d'application, l'apport de l'articulation entre la gestion mentale et la métacognition.

JURY

Rapporteurs :	**Jean-Yves LÉVESQUE,** Professeur, Université du Québec, Rimouski **Line NUMA-BOCAGE**, Professeur des universités, Université de Cergy Pontoise – ESPE
Examinateur :	**Britt-Mari BARTH,** Professeur, ISP – Faculté d'éducation – Institut Catholique de Paris
Directeur de Thèse :	**Jean-Pierre GATÉ,** Professeur, Université Catholique de l'Ouest, Angers
Co-directeur de Thèse :	**Magali HERSANT**, Professeur des universités, Université de Nantes
Co-encadrant de Thèse :	**Loïc PULIDO**, Professeur, Université du Québec, Chicoutimi

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Isabelle PIC ép. NORMAND

Comprendre la réussite des élèves en situation de résolution de problèmes arithmétiques d'application, l'apport de l'articulation entre la gestion mentale et la métacognition.

Understanding the pupils' success in solving arithmetical problems of application, the contribution of mental management and metacognition used together.

Résumé

Alors que les tendances actuelles orientent l'intérêt du chercheur vers les difficultés des élèves dans le but de les aider, ce travail se préoccupe de la réussite – en mathématiques – dont font preuve certains apprenants. Si cette discipline met en déroute un grand nombre d'individus d'autres excellent en la matière. Les recherches à propos de réussite (en didactique des mathématiques mais pas seulement) avancent des hypothèses explicatives relatives à la conation, au dépassement d'obstacles, à la mise en œuvre de stratégies d'apprentissage efficaces mais ces réponses ne restent que partiellement satisfaisantes pour les professeurs. En visant la conscientisation de leurs fonctionnements mentaux par les élèves, les approches de la métacognition et de la gestion mentale peuvent éclairer le phénomène de réussite observé. Deux séries de six dialogues pédagogiques ont donc été menées auprès de six apprenants « réussissant » sur une activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application – catégorie particulièrement mobilisée en classe – pour découvrir les procédures utilisées. L'analyse des entretiens par la métacognition et la gestion mentale a montré un certain nombre d'invariants dans le fonctionnement mental de ces élèves (sur les métaconnaissances, la mise en place des habiletés métacognitives, l'activité évocative, la mise en projet, les gestes mentaux mobilisés), suggérant l'élaboration d'un « profil de réussite en mathématiques ». Par l'articulation de ces deux approches, la recherche permet d'apporter une meilleure compréhension des mécanismes mentaux utilisés pour réussir en résolution de problèmes arithmétiques d'application.

Mots clés
Didactique des mathématiques, métacognition, pédagogie, gestion mentale, résolution de problèmes arithmétiques d'application, réussite.

Abstract

Though researchers currently tend to focus on the pupils' difficulties in order to help them out, this work concentrates on the success some learners encounter, in mathematics. If this subject deters a large number of individuals, others excel at it nonetheless. The studies that try to explain their success (in mathematics didactic, but not exclusively) offer hypotheses linked with conation, overcoming of obstacles and implementing efficient learning strategies but the teachers are only partially satisfied by those answers. Metacognition and mental management prompt the pupils to become aware of their mental functioning and could by their approach enlighten the phenomenon of success that is observed. Two series of six educational dialogues have been carried out with six “successful” learners. They had to solve arithmetical problems of application – which is a very common category at school – in order to bring out the procedures they used. The analysis of those interviews through metacognition and mental management showed quite a number of invariants in the mental functioning of those pupil – concerning metacognitive knowledge, the setting up of metacognitive skills, evocative activity, assertion of intention, mental gestures – and would suggest the elaboration of a “ mathematics-successful profile”. By connecting and using those two approaches, research can bring a better understanding of the mental mechanisms used to succeed in solving arithmetical problems of application.

Key Words
Didactics of mathematics, metacognition, pedagogy, mental management, solving arithmetical problems of application, success.

L'Université Bretagne Loire

Remerciements

Bien que souvent seule face à moi-même pendant ces cinq années de doctorat, j'ai été accompagnée, aidée et soutenue tout au long de mon travail. Cette expérience n'aurait pu être menée au bout sans le concours d'un certain nombre de personnes auxquelles je tiens à exprimer toute ma gratitude.

Pour commencer, je remercie infiniment **Monsieur Jean-Pierre Gaté**, mon directeur de recherche, pour ses précieux conseils, sa patience, son écoute et sa disponibilité pendant ces cinq années, ainsi que **Magali Hersant**, co-directrice et **Loïc Pulido**, co-encadrant pour leur rigueur, leurs suggestions très pertinentes pour avancer dans mes réflexions et le suivi qu'ils m'ont apporté malgré la distance.

Je souhaite également remercier **le Conseil Général du Maine-et-Loire** pour l'allocation financière de recherche dont j'ai bénéficié pendant plus de trois années et sans laquelle je n'aurais pu me lancer dans un tel projet.

Un très grand merci à **Monsieur Pascal Bourgeais**, professeur des écoles, qui m'a accueillie en stage dans sa classe lors des séances de mathématiques pour que je puisse recueillir mes données. J'ai été touchée par sa confiance, ses conseils pratiques avisés et l'intérêt qu'il a porté à ma recherche. Merci aussi au directeur de cette école, **Monsieur Nicolas Macquigneau**, d'avoir accepté ma présence dans son établissement et aux **six élèves** interrogés d'avoir répondu favorablement pour participer aux dialogues pédagogiques que je leur proposais.

J'exprimerai ensuite toute ma reconnaissance à **Madame Agathe Kün-Darbois** pour sa très précieuse contribution à ma thèse de par sa maitrise de la langue anglaise pour les traductions nécessaires.

De même, merci encore à **Nelly Tenailleau** de la bibliothèque universitaire de l'UCO pour sa patience et son dévouement au moment de finaliser ma bibliographie.

Mes remerciements peuvent aussi s'adresser à différents professeurs de l'UCO tels que **Monsieur Thierry de La Garanderie** qui m'a initiée aux travaux de son père et transmis sa passion ; **Monsieur Bertrand Bergier** et **Monsieur Éric Mutabazi** qui ont relu certaines parties de ma thèse et m'ont apporté des conseils de rédaction, ainsi que les enseignants et les collègues présents aux séminaires de recherche pour leur regard extérieur et neutre sur mon travail.

Enfin, j'adresserai mille mercis à ma famille, à commencer par **mon cher mari** pour avoir supporté ces cinq années de recherche et pour son soutien affectif et logistique à la maison, et mes **deux enfants** qui ont toujours connu une maman « qui doit travailler sa thèse ». Merci à mes parents, beaux-parents, frères, beaux-frères et belle-sœur pour leurs encouragements répétés. Et merci à tous les amis qui m'ont soutenue de diverses manières par leur présence, leurs relectures, leur intérêt pour ce travail de longue haleine qu'ils m'ont promis de lire ou relire dans sa version définitive … .

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des graphiques

Introduction

La simple évocation du terme « mathématiques » suscite de nombreuses réactions contradictoires, des écoliers aux retraités, toutes générations confondues. Bon nombre de personnes affirment avec assurance, amusement ou déception à propos de cette discipline : « oh les maths je déteste ça ! », « je n'ai jamais rien compris ! », « je suis complètement nul ! », « cela ne m'intéresse pas du tout ! », « c'est beaucoup trop compliqué et abstrait ! »… Les études PISA réalisées en 2012 auprès d'apprenants de quinze ans vont jusqu'à constater que « les élèves français sont aussi parmi les plus anxieux vis-à-vis des mathématiques »[1]. Pourtant, d'autres l'apprécient, y prennent goût et réussissent. Ce contraste est assez étonnant. Plutôt que d'allonger la liste des travaux proposant une aide « inédite » aux élèves en difficulté – dans le domaine des mathématiques en l'occurrence, cette recherche est motivée par l'étude de leurs pairs qui paraissent plus à l'aise et des procédures qui les amènent aux (bons) résultats.

Dans une démarche de compréhension des mécanismes mentaux mobilisés par ces apprenants qui réussissent, six élèves d'une classe de CM2 ont été interrogés individuellement en dialogues pédagogiques sur la façon dont ils procédaient dans leur tête pour résoudre des problèmes mathématiques. « Je suis passée de dernière de la classe en mathématiques pendant toute ma scolarité à première cette année quand j'ai compris qu'il me fallait des schémas pour apprendre » témoigne Bénédicte, étudiante en deuxième année de classe préparatoire HEC, lors d'une discussion avec le chercheur. La prise de conscience de son fonctionnement mental ne semble pas anodine pour cette jeune fille qui attribue directement sa réussite à cette connaissance d'elle-même. Observer et connaître les cheminements mentaux choisis par des apprenants peut s'apparenter d'une part à la psychologie cognitive à travers le concept de métacognition, d'autre part à la pédagogie des gestes mentaux par le biais des travaux de La Garanderie. De plus, les mathématiques sont un domaine assez vaste et le recours à la didactique des mathématiques s'avère nécessaire pour préciser l'objet étudié dans la recherche. Il s'agit donc, à la lumière de ces trois champs conceptuels, de mieux comprendre la réussite qui anime certains élèves dans cette discipline.

[1] Données recueillies sur le site du Ministère de l'éducation nationale. Note d'information n·13.31, décembre 2013 : <http://www.education.gouv.fr/cid54175/l-evolution-des-acquis-des-eleves-de-15-ans-en-comprehension-de-l-ecrit.html>. Consulté le 27 janvier 2016.

Le choix de cette thématique de recherche est détaillé et problématisé dans le premier chapitre qui amène progressivement au problème de recherche. Y sont également recensées des préconisations ministérielles relatives à la résolution de problèmes en mathématiques ainsi que divers ouvrages faisant mention de réussite en la matière. Si certains écrits s'inscrivent plutôt dans le champ de la didactique, d'autres se réclament du registre de la psychologie cognitive, d'autres encore sont issus de la pédagogie. Loin des considérations ayant trait à l'objet mathématique lui-même ou aux facteurs conatifs pouvant être à même d'expliquer la propension pour les mathématiques, ces deux axes théoriques de la psychologie et la pédagogie – plus précisément le concept de métacognition et les propositions de La Garanderie – permettent d'ajuster la recherche en examinant la façon d'être et de penser des élèves lorsqu'ils sont confrontés à un exercice de mathématiques.

Le deuxième chapitre encadre la recherche d'un point de vue théorique. Le champ de la didactique des mathématiques est d'abord interrogé. Des bulletins officiels aux recherches des didacticiens, il ressort qu'une place prépondérante est accordée à la résolution de problèmes en mathématiques. Cela se traduit à l'école par la nécessité d'intégrer ce type d'activité assez fréquemment – et de manière cohérente – lors des séances de mathématiques. La question de la réussite dans cette discipline est également posée. La métacognition – concept central pour la thèse – fait l'objet du deuxième point de ce chapitre, en lien étroit avec les mathématiques et la résolution de problèmes. A la manière de Reulier (2012) qui travaille pour la compréhension en lecture, sont recherchées les composantes de la métacognition pouvant être à l'œuvre en mathématiques – et dans l'activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application plus spécifiquement. Les liens entre la réussite et la métacognition ainsi qu'entre la notion de stratégie et ce même concept sont aussi évoqués. Le troisième axe développé est celui de la gestion mentale. Une place importance est accordée à cette pédagogie essentielle pour cette recherche : une présentation de La Garanderie, du courant de pensée dans lequel il inscrit son travail, de la terminologie utilisée et de l'outil phare du dialogue pédagogique s'avère nécessaires avant de faire des liens avec les deux premiers champs théoriques étudiés.

Le troisième chapitre situe la recherche comme une étude de cas multiples visant la meilleure compréhension du phénomène de réussite des apprenants en mathématiques, tout en l'inscrivant dans une approche plutôt qualitative et clinique de par l'utilisation de l'entretien comme outil privilégié de recueil de données notamment. À partir des grandes lignes d'une pré-enquête menée avant ce travail, la démarche de recherche retenue est ensuite présentée en détails, de la sélection des cas à étudier, au contenu des dialogues pédagogiques à mener avec eux pour essayer de découvrir leur fonctionnement mental en situation de résolution de problème d'application arithmétique.

Le traitement et l'analyse des données obtenues à l'issue des entretiens réalisés font l'objet du quatrième chapitre. Une analyse intra-individuelle de chacun des sujets interrogés permet, dans un premier temps, d'étudier le contenu des dialogues pédagogiques de manière assez systématique et de « lire » ces résultats à travers le double éclairage de la métacognition et de la gestion mentale. Dans un second temps, l'analyse est plutôt interindividuelle, cherchant à rassembler les divergences et les points communs entre les fonctionnements mentaux en présence, l'objectif étant d'obtenir un profil (mental) d'élève faisant preuve de réussite en mathématiques à partir de ces constantes.

Le cinquième chapitre discute de la portée des résultats obtenus dans cette thèse et pointe les limites rencontrées. Un débat plus épistémologique s'ouvre ensuite à propos de l'implication de la recherche aux niveaux de l'articulation théorique entre les approches de la métacognition et de la gestion mentale d'une part, pédagogique et praxéologique d'autre part.

Chapitre 1 : La problématique de recherche

Ce premier chapitre a pour finalité de déterminer et d'expliquer la problématique sur laquelle repose la recherche. Une réflexion en plusieurs étapes permet de la justifier et de la légitimer avant de l'annoncer. Dans un premier temps le cadre contextuel dans lequel s'inscrit le travail est présenté : d'où vient cette idée de travailler sur la réussite en mathématiques de certains élèves qui se sont fait remarquer ? Qu'indiquent et préconisent les bulletins officiels du ministère de l'éducation à propos des mathématiques ? Succède à cette étape une recension d'écrits autour de l'enseignement des mathématiques et notamment de la réussite en la matière dans plusieurs champs théoriques que sont la didactique des mathématiques, la psychologie et la pédagogie – à travers le prisme de la gestion mentale : quels auteurs s'inscrivant dans ces champs ont travaillé sur ce sujet et pourraient amener des éclairages théoriques à l'interrogation initiale du chercheur ? Certaines idées pourraient-elles constituer des conditions de la réussite en mathématiques ? Les questionnements suscités par ces points de vue divers amènent pour finir à l'émergence de la problématique de recherche.

1. Rapport d'étonnement et questionnement initial

La thématique de la thèse s'origine dans une expérience de stage réalisée au cours de l'année scolaire 2010-2011 dans laquelle l'observation d'un groupe d'élèves a dévoilé la réussite assez systématique de certains d'entre eux dans le domaine des mathématiques. Cette réussite a questionné l'étudiant-chercheur qui est ensuite allé confronter ses remarques aux instructions officielles du ministère, relatives à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire afin de noter les éventuelles préconisations pouvant y être avancées.

1.1. Ancrage expérientiel

Au cours d'un stage dans une classe de cycle trois d'école primaire, un certain nombre de questions ont très rapidement émergé, et ce aussi bien en observant la classe travailler qu'en empruntant la place de l'enseignant. Dans ce groupe, un grand nombre d'élèves ne semblait présenter aucune difficulté significative en mathématiques et cela n'était pas qu'une apparence car l'observation était récurrente. Les cas d'Anna et Romane peuvent en témoigner : ces deux apprenantes étaient toujours parmi les quatre premiers de la classe à terminer leurs exercices et leurs solutions étaient constamment exactes, à une erreur de calcul ou une imprécision près (oubli de l'unité par exemple). Quelle que soit la difficulté des activités, rapidité et justesse des résultats se vérifiaient. En situation de résolution de problème, leurs raisonnements étaient cohérents et efficaces, les amenant à y répondre de manière simple et construite dans de très courts délais. Leur niveau en mathématiques était réellement excellent, tout comme celui d'Adrien, également un bon exemple d'élève performant. Le plus rapide de la classe, ce jeune garçon obtenait systématiquement d'excellents résultats – toutes disciplines confondues – malgré un comportement perturbateur (et perturbant) : même en amusant ou ennuyant ses voisins pendant les explications de l'enseignant, il réussissait les exercices en un temps record et avec une facilité étonnante. (L'enseignant se plaisait alors à mettre les apprenants rapides et efficaces en situation de conflit cognitif avec leurs pairs pour qu'ils expliquent les processus qu'ils avaient utilisés.)

Il serait faux d'affirmer que tous comprenaient du premier coup les différentes notions enseignées. Clément réussissait moyennement par rapport à certains autres et était beaucoup plus lent par exemple. Il réclamait des explications supplémentaires lors des activités de résolution de problème et tâtonnait plus longuement avant de trouver les solutions qu'il obtenait néanmoins, avec une logique singulière mais très intéressante et juste (même si elle s'avérait moins stratégique). Chacun allait donc à son rythme mais la vivacité d'esprit de la plupart de ces apprenants était étonnante. Ils saisissaient habilement et rapidement les subtilités des nouveaux concepts ou méthodes enseignées et résolvaient les exercices à une vitesse assez stupéfiante. Ces enfants étaient à ce point véloces que la programmation prévue par l'enseignant se retrouvait la plupart du temps achevée avant la fin de la séance. Ce dernier se permettait alors quelquefois d'approfondir un peu plus certaines notions, ce qui ne posait pas de problèmes aux élèves qui continuaient à suivre aisément.

Les évaluations nationales encore effectuées en milieu d'année à ce moment-là n'ont fait que confirmer les observations menées jusque là quant au niveau étonnant de ces apprenants, en mathématiques notamment. Les résultats étaient bien supérieurs à la moyenne nationale, dépassant les 80% de réussite pour l'ensemble de la classe. Certains avaient même répondu correctement à la totalité ou presque des quarante items proposés, les éventuelles erreurs pouvant encore parfois être mises sur le compte de l'étourderie. Or, les documents officiels[2] indiquent à ce propos qu'au-dessus de 66 % de réussite, c'est-à-dire en donnant plus de vingt-six bonnes réponses, les élèves « obtiennent une bonne performance » et ont « des acquis très solides ». C'est donc largement le cas de ce groupe (mais seulement d'un tiers des apprenants au niveau national pour l'année 2011 – année de l'expérience).

Devant cette réactivité et la brillante réussite de ce groupe-classe, il était légitime de s'interroger. Il faut sortir de cette attitude naturelle qu'ont beaucoup de personnes en prétendant que le phénomène performant va de soi. Ce n'est pas une normalité que de réussir, cela se construit et s'entretient. Comment certains élèves peuvent-ils exceller en mathématiques quand d'autres échouent, craignent ou se désintéressent de la matière ? L'enseignant se demandait lui aussi comment les quelques vingt-cinq enfants avec lesquels il travaillait quotidiennement pouvaient produire des travaux d'aussi bonne qualité, en comparaison avec les autres classes qu'il avait pu avoir jusque-là au cours de sa carrière. Comment comprendre cette spontanéité des esprits ? Avec quelles clés lire la justesse des solutions données ? De quelle façon interpréter le phénomène de performance observé ? Y avait-il des raisons qui auraient pu expliquer l'excellente réussite de la plupart de ces apprenants ? Comment reconnaître ces structures mentales qui fonctionnent si bien ? Aller à l'essence du phénomène performant permettrait-il d'en connaître l'origine ? Ce questionnement partagé avec l'enseignant était tout à fait justifié car dès lors que le phénomène de performance est connu, que les procédures utilisées pour réussir sont identifiées, que les clés du succès sont accessibles, elles pourraient être adaptées, proposées, enseignées à tous quel que soit le niveau de difficulté ou de réussite. Cette interrogation initiale fait de cette recherche – centrée plus particulièrement sur ce concept de réussite – une étude qui pourrait s'avérer très utile pour la pratique.

[2] Données recueillies sur les « Archives des évaluations des acquis des élèves de l'école primaire » : <http://www.education.gouv.fr/pid20947/evaluation-des-acquis-resultats.html?acad=15&dpt=49&annee=2011&niv_scol=CM2&form_action=resultat&envoie.x=73&envoie.y=8>. Consulté le 20 septembre 2011.

1.2. L'apport des instructions officielles, un accent particulier placé sur la résolution de problèmes

Avant de poursuivre, il convient de s'intéresser aux instructions officielles données par le ministère afin de voir ce qu'elles préconisent à propos de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire – et plus particulièrement au cycle trois.

Tout d'abord, et contrairement à la pensée générale qui les met souvent sur un pied d'égalité, force est de constater que les mathématiques n'occupent que la deuxième place après le français, avec un volume horaire bien inférieur (environ deux cents heures par rapport aux près de trois cents consacrées à la maîtrise de la langue pour la classe de CM2). De la même façon, dans le socle commun de compétences et de connaissances – dispositif issu de la loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'Ecole du 23 avril 2005 – les mathématiques n'apparaissent qu'en troisième position sous l'intitulé « Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique » (Le socle commun de connaissances et de compétences, 2008, p.1), après les deux premiers ensembles de compétences que sont « La maîtrise de la langue française » et « La pratique d'une langue vivante étrangère ». Cette première remarque montre qu'en primaire, la discipline n'est pas considérée avec autant d'importance que le « français » comme l'appellent les enfants, même si elle reste essentielle puisqu'elle doit elle aussi être enseignée quotidiennement (consigne stipulée par le ministère). Passée cette notification initiale, creusons plus en profondeur dans les documents et indications officielles.

A propos du cycle trois en général, l'intitulé présentant le programme (de 2008) indique que « la pratique des mathématiques développe le goût de la recherche et du raisonnement, l'imagination et les capacités d'abstraction, la rigueur et la précision. » (Ministère de l'éducation nationale, 2008, p.15). Par ailleurs, il est précisé pour cette matière que les élèves doivent en connaître « les principaux éléments ». En CM2 plus précisément, il s'agit surtout de perfectionner et de renforcer les savoirs appris pendant les deux années précédentes – c'est-à-dire en début de cycle – même si des éléments nouveaux resteront à acquérir dans certains thèmes. Cet objectif ainsi rédigé reste assez flou mais le programme décline ensuite avec précision tous les apprentissages attendus à la fin du cycle.

Quatre catégories sont distinguées au sein des mathématiques : les nombres et calculs, la géométrie, les grandeurs et mesures, l'organisation et la gestion des données. Pour chacune d'elles figure la liste exhaustive des concepts qui seront à connaître. Dans la catégorie

« nombres et calculs » se trouve par exemple la notion de fractions, et tous les éléments attenants à connaître sont énumérés en ces termes : « fractions simples et décimales : écriture, encadrement entre deux nombres entiers consécutifs, écriture comme somme d'un entier et d'une fraction inférieure à 1, somme de deux fractions décimales ou de deux fractions de même dénominateur » (Ministère de l'éducation nationale, 2008, p.15). Pour aider les enseignants à établir une programmation et une progression des notions sur les trois années du cycle, un tableau présente les connaissances et compétences nouvelles à transmettre pour chaque niveau – étant bien entendu que ce qui a été appris l'année précédente est à revoir pour être consolidé et bien maîtrisé lors des années suivantes. A propos des fractions par exemple, elles commencent à être abordées au milieu du troisième cycle (CM1), la « case » de la troisième année du cycle (CM2) indique les apprentissages spécifiques à ce niveau, à savoir « encadrer une fraction simple par deux entiers consécutifs. Écrire une fraction sous forme de la somme d'un entier et d'une fraction inférieure à 1. Ajouter deux fractions décimales ou deux fractions simples de même dénominateur. »

Par ailleurs, la mention « résolution de problèmes » figure à la fin de chaque catégorie et doit permettre aux élèves d'approfondir les notions étudiées, de réinvestir les acquis, de mobiliser et consolider les connaissances… C'est une activité transversale qui ressort quelles que soient les connaissances mathématiques travaillées. Les instructions officielles indiquent à cet égard que « la résolution de problèmes joue un rôle essentiel dans l'activité mathématique. Elle est présente dans tous les domaines et s'exerce à tous les stades des apprentissages. » (*Idem*). Comme pour les concepts à étudier, énoncés sous forme de liste générale puis de tableau détaillé, les problèmes apparaissent au sein de chaque catégorie. A propos des « nombres et calculs », « la résolution de problèmes liés à la vie courante permet d'approfondir la connaissance des nombres étudiés, de renforcer la maîtrise du sens et de la pratique des opérations, de développer la rigueur et le goût du raisonnement. » En CM2 plus particulièrement, il s'agit de « résoudre des problèmes de plus en plus complexes ». Tous ces éléments insistent sur l'importance de ces derniers et montrent la nécessité de mettre les élèves en situation de résolution de problèmes de façon quotidienne (ou presque). Etant donnée l'insistance des programmes officiels sur cette activité transversale des mathématiques, elle constituera un objet d'attention central pour cette recherche.

Le socle commun de compétences et de connaissances indique également la liste des connaissances, capacités et attitudes à acquérir et maîtriser au cours de l'école primaire. « Inscrit dans la loi en 2005, [il constitue] le cadre de référence de la scolarité obligatoire : chaque élève doit parvenir à la maîtrise du socle commun au terme de sa scolarité. » (Peillon, Pau-Langevin, 2012). Une partie de l'objectif visé pour la compétence numéro trois est qu'à la fin de l'école primaire, « l'élève soit en mesure d'appliquer les principes et processus mathématiques de base dans la vie quotidienne » (Ministère de l'éducation nationale, 2006, p. 11). Par cette consigne, le socle commun insiste notamment sur l'importance d'automatismes à acquérir en calcul et sur la nécessité de proposer des problèmes qui soient proches de la vie courante des apprenants, de manière à ce qu'ils se sentent plus concernés et impliqués dans des activités concrètes. Cette nouvelle valorisation de la résolution de problème appuie encore l'intention évoquée peu avant d'étudier particulièrement ce type d'activité.

A propos des outils enseignés par les professeurs, le ministère insiste sur le fait que leur compréhension ne doit pas être dissociée de leur utilisation (ce qui est d'ailleurs écrit en ces termes : « l'acquisition des mécanismes est toujours associée à leur compréhension » (Ministère de l'éducation nationale, 2008, p.15)). Explication et application sont en effet étroitement liées ; les apprenants se retrouvent plus souvent dans l'un ou l'autre que dans les deux mais il faut néanmoins les traiter conjointement. Des observations trop fréquentes montrent qu'en classe les élèves utilisent des outils sans les comprendre et parfois même sans réfléchir. Dans des problèmes arithmétiques par exemple, certains ne voient pas quelles opérations effectuer car ils ne comprennent pas leur sens et leur but, ou d'autres en posent avec les chiffres qui sont donnés (et les réussissent) sans se préoccuper de leur utilité pour répondre à la question (des problèmes du type « l'âge du capitaine »[3] ne leur poseraient ainsi aucune question ou « cas de conscience » et ils en proposeraient une réponse en toute bonne foi). C'est là sans doute une des causes de difficulté en la matière.

Par ailleurs, les textes officiels ne mentionnent aucune préconisation ou conseil méthodologique pour l'enseignement des mathématiques – et des autres disciplines également. Comme cela est écrit, toute « liberté pédagogique » est laissée aux enseignants, ce qui signifie qu'aucun dispositif pédagogique ne leur est imposé. Cette mesure leur permet de transmettre à leurs élèves les notions et mécanismes de la façon qui leur semble la plus adaptée, en utilisant une pédagogie et des méthodes dans lesquelles ils se sentent à l'aise. Cette absence de consignes

[3] « L'âge du capitaine » est une expression entrée dans le langage courant et qui désigne à l'origine les problèmes mathématiques dont aucune des données de l'énoncé ne permet d'obtenir la réponse à la question posée. En témoigne l'exemple suivant (déclinable à l'infini) : « Sur un bateau il y a 26 moutons et 10 chèvres. Quel est l'âge du capitaine ? ».

peut ainsi amener les professeurs à interroger des recherches portant sur les mathématiques pour recueillir des avis et conseils en la matière.

2. Point de vue de différentes disciplines sur la réussite en mathématiques

Cette recherche s'inscrit dans une approche phénoménologique centrée sur la réussite en mathématiques – le chapitre méthodologique reviendra en détails sur cette approche – et ne cherche pas à aborder de manière exhaustive les points de vue qui existent sur ce sujet. Elle s'oriente plus particulièrement sur trois champs disciplinaires que sont la didactique des mathématiques, la psychologie et la pédagogie. Des professionnels issus de ces trois domaines réfléchissent à des solutions pour remédier aux difficultés que rencontrent les apprenants, mais qu'expriment-ils à propos de la réussite dans cette discipline ? Peut-il se dégager de leurs travaux des « conditions » pour la réussite des élèves en mathématiques ? Les différents champs d'analyse dans lesquels s'expriment divers auteurs pourraient-ils rassembler des éléments permettant de mieux comprendre le succès des apprenants ?

2.1. Didactique et réussite en mathématiques

Un certain nombre de chercheurs ont travaillé la question de l'enseignement des mathématiques, exposant leur point de vue en la matière. Mais qu'implique cet enseignement ? Qu'est-ce que la didactique ? Comment accéder au sens de l'objet mathématique ?

2.1.1. Éclairages sur la didactique des mathématiques

« Science ayant pour objet les méthodes d'enseignement » indique le dictionnaire Larousse au terme *didactique*. Ce champ de recherche traite les questions que pose l'enseignement des différentes disciplines à l'école. Plus précisément, il correspond à l'étude de l'objet et à la manière de l'enseigner.

Le concept en lui-même est très ancien puisque les philosophes de la Grèce Antique en parlaient vraisemblablement déjà, néanmoins à ce moment-là il se confondait plus ou moins avec la pédagogie. La spécificité qui se dégage depuis est l'intérêt porté aux connaissances – de didacticien est plus centré sur l'objet de savoir quand le pédagogue se préoccupe davantage de l'enfant. Dans la deuxième moitié du vingtième siècle, émergent des didactiques disciplinaires – mathématiques, français, langues étrangères… – initiées par des spécialistes de chaque matière. A cette époque où les sciences de l'éducation prennent un essor considérable, le terme est de plus en plus usité : beaucoup de chercheurs le définissent, l'utilisent dans leurs travaux ou y font référence. Vergnaud le caractérise comme « l'étude des processus de transmission et d'acquisition d'une discipline » (1992, p. 19-31). Certaines sources telles que le dictionnaire de didactique d'Abboud Zakaria (2007) précisent de même que la didactique conduit à adapter les manières d'enseigner aux contenus disciplinaires (en 2003 Danvers renommera ces manières d'enseigner « modes de transmission », « méthodes » ou « techniques »).

Instituteur, Brousseau est un des instigateurs de la didactique des mathématiques dont il donne sa définition dans son glossaire de didactique :

> « Science s'intéressant à la production et à la communication des connaissances mathématiques dans ce que cette production et cette communication ont de spécifique de ces connaissances. La didactique des mathématiques étudie la façon dont les connaissances sont créées, communiquées et employées pour la satisfaction des besoins des hommes vivant en société. » (Brousseau, 1991).

Pour reformuler plus simplement cette explication et la situer dans un contexte de recherche en éducation, la didactique des mathématiques se préoccupe à la fois des connaissances de cette discipline au niveau scientifique et de la transmission qui peut – voire doit – en être faite auprès d'un public ciblé. Autrement dit, la didactique des mathématiques suit la définition générale de la didactique en s'adaptant au domaine particulier des mathématiques.

Plusieurs notions issues de la didactique aident à mieux comprendre le concept, livrant aux professeurs des données plus concrètes pour leur pratique. Parmi celles-ci, l'idée de *transposition didactique* correspond au fait de convertir, de modeler le savoir scientifique en connaissances accessibles par les élèves à leur niveau, à leur portée intellectuelle.

> « Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignements. Le « travail » qui d'un objet de savoir à enseigner fait un objet d'enseignement est appelé la transposition didactique. » (Chevallard, 1985, p. 39)

La transposition didactique a lieu dans la classe mais commence bien avant, dès le moment où sont réfléchis et définis les programmes scolaires par exemple, pour passer « du savoir savant au savoir enseigné », pour reprendre les termes de Chevallard (1985).

La notion de *contrat didactique* – élaborée par Brousseau – consiste à établir un contrat implicite, une négociation réciproque, un arrangement entre l'enseignant et les apprenants (les deux « partis en jeu ») en fonction de leurs attentes respectives :

> « On appelle contrat didactique, l'ensemble des comportements de l'enseignant qui sont attendus de l'élève, et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus de l'enseignant. […] Ce contrat est l'ensemble des règles qui déterminent explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement, ce que chaque partenaire de la relation didactique va avoir à gérer et dont il sera, d'une manière ou d'une autre, comptable devant l'autre. » (Brousseau, 1980, p.127).

En d'autres termes le contrat didactique attribue tant à l'enseignant qu'aux enseignés leurs rôles particuliers (qui ne sont pas immuables et peuvent évoluer en fonction des situations). Le premier pourrait être contraint de proposer des objectifs « à courts termes » qui puissent être atteints relativement aisément par le groupe par exemple.

Enfin, le *triangle didactique* – qui rejoint le triangle pédagogique de Jean Houssaye – est une notion intéressante car elle représente les interactions en jeu dans une situation d'enseignement (entre l'objet de savoir, le professeur et l'élève).

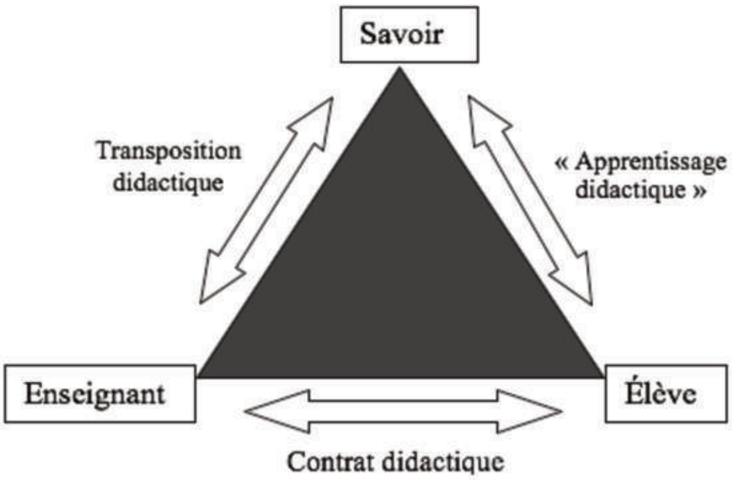


Figure 1 : Triangle didactique (Houssaye, 1982)

Ainsi, le professeur (premier sommet) travaille sur le savoir à transmettre (en l'occurrence des notions mathématiques – deuxième sommet) de façon à ce qu'il soit accessible aux apprenants (troisième sommet) selon leur niveau ; il est également en interaction avec ses élèves en les aidant à acquérir les connaissances avec lesquelles il interagit pour les rendre plus « communicables » ; par conséquent, les apprenants sont eux aussi en interaction avec les connaissances en les recevant et les assimilant – d'où le concept de triangle didactique. De ce fait, ce processus d'appropriation du savoir accorde à l'enseignant un rôle de médiateur.

En plus d'un lien étroit avec la pédagogie, la didactique se nourrit des connaissances produites par la psychologie. Spécialiste de psychologie cognitive, Vergnaud s'est également investi dans la didactique des mathématiques pour laquelle il a beaucoup œuvré (1983, 1988, 1992, 1994 notamment). Il s'est notamment intéressé de près aux problèmes mathématiques – qu'il considère comme une transformation qui affecte un état initial et aboutit à un état final – et en a établi une typologie en fonction des outils opératoires utilisés pour les résoudre et des structures que peuvent prendre les énoncés.

Une *première catégorie* rassemble tous les problèmes additifs (correspondant à ceux qui peuvent être résolus avec une addition ou une soustraction) au sein de laquelle *quatre structures* différentes peuvent être dégagées.

1) Les premiers concernent la transformation d'un état : dans une situation dynamique, un état initial subit une transformation qui donne lieu à un état final, le but étant de rechercher l'un de ces deux états ou bien la transformation effectuée – qu'elle soit positive ou négative.
Exemple de la recherche de l'état final : Un fermier possède 10 vaches, son voisin lui en donne 3. Combien le fermier possède-t-il de vaches ?

2) Viennent ensuite les problèmes de composition de deux états : dans une situation didactique, il s'agit de chercher un élément de la composition ou le composé.
Exemple de la recherche du composé : Nathalie achète 2 croissants et 3 brioches. Combien achète-t-elle de viennoiseries ?

3) D'autres problèmes consistent en une comparaison de deux états : dans une situation statique, l'objectif visé est de trouver l'un des états de la comparaison ou la comparaison elle-même.
Exemple de la recherche de la comparaison : Julie mange 4 carambars et son frère 3. Combien Julie mange-t-elle de carambars de plus que son frère ?

4) Vergnaud distingue enfin les problèmes de composition de transformations : alors que plusieurs transformations se succèdent, il faut chercher le résultat des transformations successives, ou bien l'une des transformations.
Exemple d'énoncé pour la recherche de l'une des transformations : Un glacier gagne 20 € le matin. Le soir en fermant sa boutique, il voit que sa journée lui a rapporté 65 €. Combien a-t-il gagné l'après-midi ?

La *seconde catégorie* de problèmes de la typologie concerne les problèmes « multiplicatifs » qui peuvent être représentés par un tableau de proportionnalité ou bien par une équation à une inconnue. Bien que plus complexes, *quatre structures* différentes se distinguent.

1) D'abord, les problèmes de comparaison multiplicative : ils correspondent à l'idée « *n fois plus (ou moins)* » et visent à chercher le résultat ou le rapport mis en jeu à l'aide d'une multiplication ou d'une division.
Exemple de recherche du résultat : Marion a ramassé 20 châtaignes dans la forêt et son frère Tristan deux fois plus. Combien Tristan a-t-il ramassé de châtaignes ?

2) Puis les problèmes de proportion simple : ils mettent en jeu une relation de proportionnalité et l'objectif est de trouver l'un des éléments de la relation (coefficient de proportionnalité, valeur d'une part, nombre de parts, quatrième proportionnelle).
Exemple de la recherche de quatrième proportionnelle : Papa achète 15 roses pour 30€, combien payera-t-il s'il achète 24 roses ?

3) Ensuite les problèmes de proportion simple composée : ils relient plusieurs espaces de mesures et consistent à découvrir le résultat de la composition de deux ou plusieurs relations de proportionnalité simple ou bien un élément de la composition.
Exemple de la recherche du résultat : Un train a 10 wagons. Chaque jour il transporte 55 voyageurs par wagon. Combien aura-t-il transporté de voyageurs au bout de 10 jours ?

4) Enfin les problèmes de proportion double : plusieurs espaces de mesures sont simultanément proportionnels et il faut trouver un des éléments de la « composition de proportionnalité » ou le résultat.
Exemple possible pour le calcul du résultat : Dans une station de skis, le forfait d'accès aux pistes coûte 20€ par enfant et par jour. Cinq enfants y passent sept jours. Quel sera le montant total des forfaits ?

Selon la place de l'inconnue et la structure des énoncés, la difficulté est plus ou moins élevée et les problèmes plus ou moins bien réussis.

Même si elle se pose des questions sur les apprentissages, la didactique n'a pas pour finalité la réussite des apprenants. Comme cela a été mentionné précédemment, il s'agit pour la didactique de réfléchir aux moyens d'enseigner, de transmettre, de faire appréhender de nouvelles notions aux élèves. En revanche, globaliser ou exprimer des idées sur ce qui dépasse le strict point de vue notionnel ne s'inscrit pas dans ce champ théorique. La réussite – tant d'un point de vue général que dans le cas d'une discipline donnée – est de ce fait un concept assez peu travaillé et peu développé par les didacticiens (des mathématiques en l'occurrence), constituant en quelque sorte une limite de ce champ théorique pour la présente étude dont l'objet central est bien, il faut le rappeler, la compréhension de cette *réussite* en mathématiques dont font preuve certains apprenants. Le chercheur est conscient de cette limite et ne s'y enferme pas, complétant ses données en allant creuser du côté de la psychologie notamment. Néanmoins, l'apport de la didactique – des mathématiques – n'est pas négligeable pour autant : bien au contraire, la situation étant claire et le « domaine de définition » circonscrit, ce champ mérite qu'une certaine attention lui soit accordée.

2.1.2. Des obstacles épistémologiques et didactiques à dépasser en mathématiques pour réussir

On doit le concept d'*obstacle épistémologique* au philosophe Gaston Bachelard (1938) qui montre en quoi des mécanismes de l'inconscient peuvent interférer avec la connaissance. Le philosophe remarque que le développement de la connaissance scientifique n'est pas linéaire et ne progresse pas d'une traite. Au contraire, à certains moments, des blocages apparaissent, des obstacles qu'il qualifie d'épistémologiques. Au cours des apprentissages, l'individu « régresse » pour avancer, il perd un peu de lui-même pour apprendre, il déconstruit des savoirs naïfs liés à son intuition sensible pour en construire de nouveaux. Il dépasse alors peu à peu cet état d'effervescence intérieur lorsque les notions s'organisent, sont comprises et maîtrisées. Un pas supplémentaire est ainsi effectué, un nouvel échelon est gravi dans l'avancée vers la connaissance ; ce cheminement est tout à fait courant. Néanmoins, il arrive que malgré toutes les explications et applications variées qui peuvent être faites à propos et autour de l'objet, un blocage apparaisse – souvent en raison d'une interférence avec un autre objet de savoir – et empêche d'aller plus loin ; cet objet peut alors constituer un obstacle épistémologique au sens de Bachelard.

Dans le champ de l'éducation, remarquant que « les professeurs [...] ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas » (Bachelard, 1989, p.21), le philosophe explique que ces situations ne sont pas anormales. Les élèves ont des conceptions erronées ou trop naïves de certaines notions et lorsque l'enseignant cherche à les leur faire abandonner, ils peuvent ne pas comprendre cette « déconstruction » mentale qui s'opère, se sentir perdus, avoir l'impression que leur raisonnement s'effondre, se raccrochant aux objets de savoir qu'ils possèdent sans vouloir s'en dessaisir ; ces apprenants se retrouvent en fait probablement face à un obstacle épistémologique. Les nouveaux concepts se construisent par paliers en modifiant ou transformant les acquis antérieurs et non par succession ou addition d'idées nouvelles. Il peut ainsi s'avérer nécessaire de traverser des obstacles pour évoluer dans la connaissance.

A propos des mathématiques, plusieurs chercheurs – tels que Brousseau dans la *Théorie des situations didactiques* – ont travaillé à dresser un inventaire de nœuds épistémologiques. Dans l'idée qu'il se fait du concept, le chercheur précise que « c'est parmi les "difficultés" qu'il faut chercher les indices des obstacles et […] qu'un obstacle est une connaissance » (Brousseau, 1998, p.135). Les obstacles épistémologiques les plus récurrents que rencontrent les apprenants peuvent ainsi dévoiler les notions qui gênent ces derniers dans leur avancée vers la connaissance. Les blocages relevés ne correspondent pas à une ignorance de la part des élèves mais à une connaissance « fausse voire incomplète » qu'ils se font de la notion et qui les empêche alors d'accéder à son sens véritable, détaille Brousseau. En d'autres termes, si les apprenants rencontrent des écueils dans l'apprentissage des décimaux par exemple, c'est parce que certains de leurs acquis antérieurs y font obstacle, les empêchant de comprendre et maîtriser cette notion. Autrement dit, c'est la notion de décimal qui est elle-même compliquée, et qui, en cette qualité, met les élèves en difficulté. Quand ils auront dépassé ces obstacles, les apprenants accéderont alors au sens de la notion, à sa compréhension, et de ce fait, à la réussite.

Par extension du concept développé par Bachelard, l'idée d'*obstacle didactique* pensée par Brousseau peut être évoquée également. Ce n'est alors plus la nature même de l'objet qui est difficile à saisir mais les outils développés par l'enseignant ou le système éducatif qui empêchent l'élève de comprendre et d'accéder au sens de la notion enseignée, voire « contredisent les conceptions antérieures bien assises de l'apprenant » (Bednarz et Gagné, 1989). Les choix pédagogiques mis en œuvre constituent ainsi des blocages à l'apprentissage au lieu de participer à sa construction. En numération par exemple, les ensembles de nombres (entiers naturels, relatifs, décimaux…), selon la manière de les aborder, peuvent constituer un obstacle didactique. En effet les élèves ont parfois du mal à s'y retrouver : alors qu'ils commencent à maîtriser les propriétés d'un ensemble donné, la découverte d'un autre ensemble avec ses particularités propres peut « ébranler » l'esprit des apprenants. Des contradictions peuvent naître car plusieurs lois ne sont applicables que dans certaines conditions (l'idée que « multiplier agrandit » n'est pas valable dans tous les ensembles de nombres par exemple), d'où cette potentielle apparition de blocages.

Les difficultés peuvent donc être dues à la connaissance qui se fait obstacle à elle-même ou aux moyens utilisés pour progresser. Éviter de se faire prendre au piège par ce type de notions ou d'outils permettrait donc d'accéder plus correctement à la réussite. Débloquer les nœuds épistémologiques pourrait-être une solution efficace pour être plus performant. Cette idée de dépassement des obstacles ne constitue vraisemblablement pas une réelle condition de réussite (certains ne rencontrent peut-être pas ces difficultés) mais y contribue en ne permettant pas au blocage de s'installer et de s'étendre.

2.2. Psychologie et réussite en mathématiques

Dans le champ de la psychologie, différents auteurs avancent des propositions pour permettre aux professionnels de l'enseignement de mieux comprendre la réussite des apprenants dans la discipline des mathématiques plus particulièrement. Des registres de la volonté et du sentiment à la psychologie cognitive, en passant par l'utilisation de stratégies d'apprentissage, les suggestions sont variées.

2.2.1. Aux niveaux conatif et affectif

Plusieurs chercheurs ont émis des hypothèses relatives au sentiment et à la conation à propos de réussite en mathématiques, parmi lesquelles l'affectivité et la motivation. Ces deux facteurs pourraient-ils influencer favorablement les résultats des élèves ?

2.2.1.1. Affectivité et réussite en mathématiques

Professeur de mathématiques et de psychologie, Nimier insiste sur l'importance de l'affectivité dans l'apprentissage des mathématiques – affectivité envers l'objet mathématique – dans un ouvrage sur ce sujet. Il développe d'une certaine manière les recherches de Piaget « dans lesquelles tout semble se passer comme si l'affectif était reconnu, admis car « évident » mais non retenu dans les hypothèses » (Nimier, 1976, p.20).

Différentes attitudes, divers ressentis sont éprouvés par des élèves interrogés. Plusieurs affirment trouver dans les mathématiques un objet dangereux qui énerve et présente des risques, des dangers, de l'inquiétude, des sentiments de manque et de fatalité. L'ordre qu'impose la discipline est parfois vécu comme une contrainte pour ceux qui éprouvent des difficultés, empêchant l'improvisation et la fantaisie, mais il plaît à ceux qui réussissent en leur apportant une certaine sécurité de l'esprit car les chemins à suivre sont plus nets et plus concrets que dans d'autres matières et « tout s'enchaîne logiquement » (Nimier, 1976, p.33). Ces derniers expliquent d'ailleurs qu'ils considèrent les mathématiques – qu'ils aiment – comme la base de toutes les autres disciplines. Ils éprouvent de la joie et du plaisir à chercher et une certaine fierté à trouver des solutions aux problèmes. Face à ces constats, l'auteur conseille que soit dispensée aux professeurs une formation psychopédagogique en plus du parcours habituel. Il indique que la fonction d'écoute est importante pour les apprenants qui ressentent un réel besoin d'être écoutés sans la part de critique qui l'accompagne trop souvent.

Dans cette recherche, Nimier a travaillé auprès d'un public de lycéens. Néanmoins, si l'affectif joue un rôle auprès des « grands » comme il tente de le démontrer, l'hypothèse que les « petits » soient également concernés – de façon plus ou moins consciente – peut certainement être formulée. Les échanges avec des grands adolescents sont intéressants car ces derniers ont un vocabulaire assez étendu qui leur permet de mettre en mots plus facilement leurs ressentis – quand ils acceptent de se livrer. La tâche serait peut-être plus longue à décrypter et analyser avec des plus jeunes mais ces derniers parlent très librement et seraient capables d'expliquer eux aussi qu'ils « aiment les mathématiques » si leur enseignant les apprécie lui aussi, selon la manière d'être de ce dernier et sa façon de transmettre les notions (éléments réellement entendus) … Bien d'autres explications liées à l'affectivité pourraient même être données par ces élèves de primaire.

Deux autres auteurs évoquent également le rôle de l'affectivité dans leurs travaux en indiquant que « les blocages sont d'origine relationnelle, donc affective » (Barataud et Brunelle, 1985, p.6). Par conséquent, la réussite dépendrait elle aussi de l'affectivité, ce qu'ils expliquent plus loin dans leur ouvrage. Se référant à leur tour aux travaux de Piaget à ce propos, ils estiment que « pour réussir en mathématiques, il faut les aimer » (1985, p.101).

Ainsi, une part de psychologie liée à l'affectif serait responsable de la réussite ou de l'échec en mathématiques. Cette discipline et son langage propre seraient « soumis à la logique de l'inconscient » (Barataud et Brunelle, 1985, p.129), cet inconscient qui les utiliserait « comme support de danger […] ou objet permettant de combler un manque » (Nimier, 1976, p.99). Aimer les mathématiques constituerait-il une condition pour réussir dans la discipline ? C'est l'hypothèse de plusieurs chercheurs mais cela peut-il se généraliser ? Est-ce une condition nécessaire en toutes situations ? L'idée d'un facteur affectif qui améliorerait la performance dans la matière n'est pas à oublier mais ne forme en rien une condition suffisante.

2.2.1.2. Motivation et réussite en mathématiques

La motivation – au niveau scolaire – est un concept très large et beaucoup étudié dans le champ de l'éducation. « C'est sans doute l'un des plus importants déterminants des performances scolaires » (Huart, 2004, p.159). Tardif exprime le même intérêt sur la motivation scolaire en la déclarant « conçue comme une composante essentielle de la réussite des élèves » (Tardif, 1992, p.92).

Viau a beaucoup travaillé sur la motivation à apprendre, rédigeant notamment *La motivation en contexte scolaire* dans lequel il donne la définition suivante : « La motivation est un concept dynamique qui a ses origines dans la perception qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but » (Viau, 1994, p.7). En d'autres termes, la motivation n'est pas quelque chose d'ancré, de fixe, elle varie selon divers critères et l'estime qu'a l'apprenant de lui-même (Viau fait ici référence aux travaux de Bandura (au cours des années 1980) sur l'estime de soi qu'il désigne par le concept de sentiment d'efficacité personnelle), qui amènent ce dernier au résultat escompté. De nombreux schémas et tableaux accompagnent un certain nombre d'explications relatives au concept. Ce dernier est très complexe : ses multiples facettes reflètent à la fois des facteurs externes et internes, stables ou modifiables, contrôlables ou incontrôlables, qui influencent plus ou moins la motivation des élèves et de ce fait, leur performance.

Dans un bulletin de l'association française des psychologues scolaires (1974), un article est consacré à la pédagogie des mathématiques. L'auteur y accuse les enseignants de ne pas tenir compte de la motivation personnelle de l'enfant alors que cette donnée lui semble essentielle : c'est « le ressort de toute mobilisation, créant le désir, l'engagement personnel dans quelque chose qui intéresse, qui intrigue, qui étonne, qui décuple les forces. » (Jugie, 1974, p.50). Bien que l'article date d'une quarantaine d'années, le sujet principal qu'est la motivation des élèves reste un élément d'actualité : il est nécessaire de motiver ces derniers, de les mettre en « appétit de savoir » – en l'occurrence dans le cadre des mathématiques – pour leur donner la volonté d'apprendre.

Les travaux de ce dernier psychologue visent à éveiller la curiosité des apprenants, à tout mettre en œuvre pour leur donner la soif d'en savoir davantage. Les découvertes de nouvelles connaissances ne doivent pas être craintes comme le décrivent plusieurs lycéens interrogés par Nimier ; au contraire, « l'école ne doit pas prétendre à d'autres ambitions que celles de rendre ces derniers aptes à s'organiser et s'adapter au changement. » (Jugie, 1974, p.51). Les activités proposées par l'enseignant doivent donner envie au groupe d'approfondir les notions en leur faisant prendre conscience d'un manque à gagner ou à partir d'une question posée par un des élèves et qui mobiliserait la réflexion de ses pairs par exemple. De fait, préparés et habitués à la nouveauté, les apprenants doivent ressentir d'eux-mêmes la nécessité d'explorer de nouveaux éléments pour compléter leurs apprentissages et avancer de plus en plus loin sur le chemin de la connaissance. De cette façon, dans le sens de ces recherches (menées pourtant il y a un certain temps), de celles de Viau et d'autres chercheurs sur le sujet dans lesquelles l'individu se sent poussé et motivé à développer sa pensée, à « organiser son propre "bagage" mathématique » (Jugie, 1974, p.56), la motivation peut être considérée comme un facteur de réussite pour cette discipline, au même titre que l'affectivité évoquée avant.

2.2.2. Des stratégies d'apprentissage à mettre en œuvre pour réussir

Stratégie d'apprentissage rime souvent avec performance selon différentes recherches. Dans une note de synthèse, Fayol indique qu'une stratégie est « une séquence [...] de procédures sélectionnées en vue d'un but afin de rendre optimale la performance » (Fayol, 1994, p.93). Toutefois, cet auteur s'interroge : bien qu'assimilées par les élèves, ces procédures qui constituent les stratégies ne sont pas toujours réutilisées, ou bien à mauvais escient. Sont en cause : des activités trop spécifiques, une compréhension insuffisante de leur utilité, la nécessité de connaissances préalables qui ne sont pas toujours disponibles, des efforts trop coûteux par rapport au résultat attendu... De ce fait, les apprenants ne s'encombrent pas de ces stratégies d'apprentissage dont ils n'observent pas d'effets immédiats ni spectaculaires et les utilisent très peu, alors qu'elles pourraient améliorer leurs performances de façon notable et engendrer un gain de temps non négligeable.

Tardif donne une signification de la stratégie similaire à celle de Fayol. Dans son ouvrage *Pour un enseignement stratégique*, il évoque plusieurs éléments qui pourraient constituer des stratégies d'apprentissage tels que la motivation, le transfert des apprentissages, la représentation de connaissances, la cognition et métacognition... Les stratégies d'apprentissage ne correspondent pas à un concept singulier mais pluriel : il s'agit plutôt d'une somme de stratégies individuelles qui, regroupées ensemble, forment en quelque sorte une réserve d'aides à la réussite pour les élèves.

L'enseignement stratégique repose sur l'utilisation de stratégies d'apprentissage dans la construction des connaissances avec les apprenants. Les stratégies sont au service de l'élaboration de nouveaux savoirs avec ces derniers, ils ne constituent qu'« un moyen d'atteindre une fin » (Tardif, 1992, p.300). S'adressant aux professeurs, Tardif leur donne des conseils, des postures à adopter (idées d'un enseignant penseur, preneur de décisions, modèle, médiateur, motivateur), des exemples plus pratiques, et il décrit les différentes phases de l'enseignement stratégique (préparation à l'apprentissage, présentation du contenu, application et transfert de connaissances). A cet égard il souligne aussi l'importance de ce qu'il appelle la *communication pédagogique stratégique*. « L'enseignement est un acte de communication. Il est impossible pour l'enseignant de ne pas communiquer. » (Tardif, 1992, p.442) Les interactions enseignants-apprenants ou entre pairs sont essentielles dans une classe, il faut les prendre en compte et surtout savoir les décrypter sans porter de jugements négatifs ou dévalorisants qui risqueraient d'inhiber les réactions par la suite.

Les stratégies d'apprentissage ont pour but de guider les élèves vers la réussite – quelle que soit la discipline. Néanmoins, Fayol cherche « quand et "comment" agissent les stratégies au niveau du système cognitif » (Fayol, 1994, p.106). La psychologie cognitive se voit ainsi reliée à la question des stratégies et en est même à l'origine. Rendre les élèves conscients de leur façon d'apprendre, leur faire prendre conscience de l'intérêt des stratégies cognitives et des succès qu'elles pourraient apporter est peut-être la première des stratégies – après laquelle d'autres se seraient ajoutées. Transférer son mode de fonctionnement s'apparente à la métacognition, Tardif l'évoque à plusieurs reprises dans son ouvrage et bien d'autres chercheurs s'y intéressent aussi.

Sans faire l'objet central de tous les livres dans lesquels elle apparaît, la *métacognition* semble bien être un atout supplémentaire à d'autres « conditions » de la réussite telles que celles qui ont été évoquées précédemment. Le dictionnaire la définit comme la « connaissance personnelle d'un individu sur ses capacités et ses fonctionnements cognitifs » (Larousse), pour le dire autrement, le sujet prend conscience des processus qu'il met en œuvre pour appréhender le savoir, de sa manière de fonctionner mentalement. N'étant pas ciblé sur l'objet mathématique en particulier, le concept de métacognition peut être utilisé quelle que soit la discipline et devenir une grande aide. En connaissant sa propre façon d'apprendre, l'acquisition de nouveaux apprentissages ne peut être que facilité et optimisé. La métacognition aurait donc un rôle central au niveau stratégique comme nous le verrons plus loin.

La variété d'éléments que recouvrent les termes de « stratégies d'apprentissage » pourrait en faire non pas une simple condition de réussite mais presque une garantie : toutes ces stratégies individuelles pourraient être considérées comme des facteurs de performance, des conditions distinctes pour réussir, et de ce fait, mises en œuvre ensemble, elles ne devraient pas amener à d'autres résultats que ceux qui sont attendus. « Les stratégies sont censées fournir au sujet un ensemble d'outils adaptables, transférables, susceptibles de lui permettre d'apprendre à apprendre tout en résolvant des problèmes soulevés par la vie. » (Fayol, 1994, p.92). Pourtant, les évaluations nationales de fin de cycle 3, les moyennes des élèves, les observations en classe montrent que la performance n'est pas optimale. Il reste un certain nombre d'apprenants en difficulté ou sur la tangente. Les stratégies d'apprentissage ne leur sont-elles pas communiquées ? Les appliquent-ils lorsqu'ils en ont connaissance ? Comment rectifier les écarts remarqués ?

Pour remédier aux difficultés des élèves – en mathématiques notamment – il pourrait être intéressant que les enseignants prêtent une attention particulière au concept de métacognition, cette notion de psychologie cognitive qui pourrait les aider à réussir. Mais pourquoi ? A quoi fait-elle référence exactement ? Il semble important de revenir dessus plus en profondeur afin d'en saisir les subtilités et de mieux la comprendre.

2.2.3. Métacognition et réussite

Dans le fait de connaître ses propres capacités, un aspect plus psychologique que didactique est important à prendre en compte. Comme cela a été évoqué peu avant, la métacognition peut être au service de la performance dans une discipline donnée, constituant même une stratégie de réussite. Néanmoins elle reste d'abord un processus d'apprentissage interdisciplinaire, un moyen d'apprendre très intéressant et qui s'inscrit dans le champ de la psychologie cognitive.

Le concept est issu des travaux de Flavell dans la deuxième moitié du vingtième siècle et consiste, de façon très générale, à prendre conscience de ses processus mentaux, à contrôler son activité mentale. Le « père » de la métacognition en propose la définition suivante :

> « La métacognition fait référence à la connaissance qu'on a de ses propres processus cognitifs et de leurs produits ou de ce qui leur est relié, par exemple, les propriétés différentes des informations ou des données pertinentes pour leur apprentissage. La métacognition se rapporte entre autres choses, au contrôle actif, à la régulation et à l'orchestration de ces processus en fonction des objets cognitifs et des données sur lesquelles ils portent habituellement pour servir un objectif ou un but concret. » (Flavell, 1976, p.232)

Autrement dit, du point de vue des sciences de l'éducation, la métacognition consiste à prendre conscience de ses habitudes cognitives pour les remettre à profit dans une situation ultérieure en optimisant ses performances, ou en d'autres termes, à utiliser ses outils mentaux pour mieux apprendre. « La métacognition est la représentation que l'élève a des connaissances qu'il possède et de la façon dont il peut les construire et les utiliser », résume un article des Cahiers Pédagogiques liant ce concept à la réussite[4]. En comprenant comment ils procèdent pour traiter leurs propres connaissances et en intériorisant les méthodes de raisonnement qu'ils emploient, les apprenants se constituent des outils mentaux qui les aident à réussir.

La métacognition s'articule autour de deux points étroitement liés : les *métaconnaissances* – ou connaissances métacognitives – et les *habiletés cognitives*.

Les *premières* correspondent à la connaissance qu'un individu a de ses propres connaissances, de sa manière de connaître, de ses processus cognitifs. Flavell en a établi un modèle, classant les connaissances métacognitives en trois catégories selon qu'elles portent sur la personne, la tâche ou les stratégies. Les métaconnaissances sur la *personne* correspondent aux connaissances qu'ont les individus de l'être humain en général et de son fonctionnement cognitif. Les connaissances métacognitives concernant la *tâche* servent à rendre compte de la difficulté et des exigences que la tâche impliquera pour l'activité cognitive de l'individu. La catégorie des métaconnaissances sur les *stratégies* regroupe les stratégies les plus efficaces à utiliser et mettre en place pour rendre la tâche performante. Divers contemporains et successeurs de Flavell ont donné leur propre modèle des connaissances métacognitives mais s'inspirent néanmoins de l'initiateur du concept.

Les *secondes* constituent quant à elle la question du « comment » de la métacognition, c'est-à-dire les méthodes, les stratégies, les mécanismes par lesquels un individu utilisera ses connaissances métacognitives et organisera son activité mentale – d'où le lien avec les métaconnaissances. Les habiletés cognitives amènent et permettent en quelque sorte une certaine autonomie mentale. Elles peuvent être répertoriées en *trois types* selon le moment de l'action. La *planification* est une étape d'analyse : analyse de la tâche, analyse des objectifs poursuivis dans le but de prévoir la démarche et les stratégies nécessaires à la réalisation de cette tâche. Pendant l'action, la *surveillance* permet de contrôler, d'évaluer l'avancement de la tâche et la pertinence des stratégies employées. Enfin, la *régulation* vise à « surveiller »

[4] Article de Nicole Delvolvé : « Métacognition et réussite des élèves ». Site du CRAP-cahiers pédagogiques : http://www.cahiers-pedagogiques.com/Metacognition-et-reussite-des.html (Consulté en août 2012).

l'avancée de l'action et à éventuellement en modifier ou ajuster la démarche ou les stratégies utilisées dans un souci de plus grande efficacité.

Le concept d'expériences métacognitives a également un rôle important dans la métacognition, rejoignant étroitement ceux de métaconnaissance et d'habileté cognitive avec lesquels il est en interaction. Il y a expérience métacognitive lorsqu'un individu réalise une tâche, ce qui requiert l'utilisation de connaissances et d'habiletés cognitives. Selon un article de l'université de San Francisco sur Flavell et la métacognition, « les expériences métacognitives peuvent fournir une rétroaction interne sur les progrès en cours, les attentes d'évolution, le degré de compréhension, l'association de nouvelles informations aux anciennes, et de nombreux autres éléments. »[5] Elles contribuent de cette façon à l'autorégulation de l'activité mentale de l'individu au cours de la tâche en lui permettant de réajuster les stratégies utilisées, d'exploiter d'autres connaissances métacognitives plus appropriées ou d'en modifier certaines. L'objectif est de prendre conscience de son fonctionnement cognitif. De ce fait ce dernier peut être appliqué de nouveau lors d'actions ultérieures, transféré dans de nouvelles situations avec toujours la volonté d'ajuster les métaconnaissances le plus stratégiquement possible pour s'approcher au plus près de la performance.

Malgré la réussite ou les gains stratégiques que peuvent apporter les compétences métacognitives, bon nombre de chercheurs ont remarqué que les apprenants en faisaient l'économie en ne les mettant pas à profit. Il revient aux enseignants d'insister sur l'importance de ces compétences, d'expliquer leurs effets bénéfiques en initiant et guidant les élèves dans cette perspective. « Le guidage métacognitif n'est possible que si les sujets croient à des possibilités d'agir sur leurs performances » (Fayol, 1994, p.97) même si cette condition n'est pas suffisante à elle seule pour réussir, elle n'en est pas moins nécessaire.

De plus, chaque individu a un fonctionnement mental qui lui est propre, d'où l'existence d'une « diversité de cheminements cognitifs » (Butlen, 2007, p.128) chez les élèves. Cette expression d'itinéraires cognitifs désigne les différents chemins que les apprenants utilisent pour aboutir aux résultats recherchés, en fonction de leur manière de penser, de réfléchir. Ces parcours qu'ils empruntent leur ressemblent, correspondent à leur fonctionnement cognitif et les amènent à la compréhension des nouvelles notions. Pour guider leurs groupes vers la

[5] *Metacognition Theory, John FLAVELL.* Susan Sunny Cooper, *Weber State University.* Consulté en août 2012 [en ligne]. <http://www.lifecircles-inc.com/Learningtheories/constructivism/flavell.html>

réussite, les enseignants pourraient ainsi prendre en considération les multiples façons de procéder recensées dans la classe en activité. Ils pourraient éventuellement mettre en avant comme exemples celles qui sont les plus économiques ou moins coûteuses et qui pourraient être adoptées par ceux qui les préféreraient à leur propre démarche. Il n'y a pas toujours une manière unique de procéder, certains moyens sont plus efficaces pour un type d'élèves mais ne conviennent pas pour d'autres, d'où l'intérêt de s'intéresser à chacun. De plus, remarquer chaque démarche dans son individualité montre aux apprenants que la méthode qu'ils ont choisie est intelligible au même titre que celle de leurs pairs et de l'enseignant, ce qui peut en outre les valoriser et les stimuler.

Par ailleurs, dans ses recherches sur la métacognition, Flavell a travaillé plus particulièrement sur la mémoire, la compréhension et le raisonnement, en termes de métamémoire, métacompréhension et métarésolution de problèmes – qui seraient trois types, trois formes de métacognition. Dans son ouvrage sur le sujet, Noël (1991) relate des expériences menées en classe pour rechercher des éléments qui favoriseraient la métacognition : en faisant prendre conscience de leur mémoire aux élèves, les résultats se voient-ils améliorés ? En leur expliquant l'intérêt de la compréhension dans l'exécution d'une tâche, les conclusions des apprenants à propos de la tâche évoluent-elles favorablement ? La synthèse des résultats de cette étude clinique montre qu'un certain nombre de variables pédagogiques peuvent influencer favorablement la métacognition, d'où l'intérêt de son utilisation en classe pour que tous accèdent à la performance.

D'un certain point de vue, « la maxime socratique « connais-toi toi-même » prend ici toute sa signification. » (Noël, 1991, p. 179) La métacognition a un intérêt certain – prouvé et établi par de nombreux ouvrages – et peut donc être considérée comme un bon allié de la réussite pour les élèves. Mais ne serait-il pas possible de prolonger le concept de Flavell et ses évolutions chez Noël, de le développer et l'étayer davantage pour optimiser les résultats de façon plus régulière et plus systématique ? N'y a-t-il pas d'autres moyens ou des outils concrets pour aider les apprenants à prendre en compte leur fonctionnement cognitif et le découvrir dans sa complexité, dans le but de favoriser leur réussite ? Plusieurs chercheurs ont travaillé sur la performance des élèves avec des concepts dérivés de la métacognition, paraissant pertinents et prometteurs.

2.3. Gestion mentale et réussite en mathématiques

Dans beaucoup d'ouvrages tels que certains précédemment évoqués, les chercheurs pensent à des solutions pour remédier aux difficultés éprouvées par les élèves. Leur objectif est de « tirer ces derniers vers le haut », de leur faire contourner ou combattre les obstacles rencontrés, et par conséquent de les amener à la réussite. Ces professionnels partent de l'observation d'un point négatif pour aller dans une direction positive. D'autres chercheurs et praticiens abordent d'emblée la performance et apportent des solutions nouvelles – issues ou proches de la métacognition – pour réussir.

2.3.1. Des gestes pour réussir en mathématiques

Taurisson a beaucoup travaillé sur l'enseignement de cette discipline. Parmi plusieurs ouvrages, il a publié *Les gestes de la réussite en mathématiques à l'élémentaire* qui apporte des éléments très intéressants sur le sujet, non en partant des difficultés pour arriver au résultat mais en visant directement ce dernier. Ces gestes de la réussite effectués par les élèves lorsqu'ils sont en activité sont des « gestes mentaux », c'est-à-dire « des gestes qu'on ne voit pas » (Taurisson, 1990, p. 1), des gestes effectués dans leurs têtes. En étant conscientisés, ils peuvent être réutilisés ultérieurement lors de nouvelles activités, impliquant logiquement de meilleurs résultats. En cette qualité, les gestes mentaux rejoignent le concept de métacognition développé par Flavell : comme celui-ci, il s'agit quelque part d'apprendre à apprendre. Toutefois, Taurisson semble l'aborder sous un autre angle. Mais comment développe-t-il son idée ?

Il note que les apprenants perçoivent des éléments grâce à leurs sens : ils voient, ils entendent, ils sentent, ils ressentent… Lors des activités qu'ils effectuent, ils reviennent sur leurs perceptions pour leur donner du sens : ils évoquent ce qu'ils ont perçu auparavant, se construisant ainsi des images mentales. Celles-ci peuvent être sonores, visuelles, tactiles… selon la façon d'être au monde de chacun, c'est-à-dire en fonction des sens privilégiés par lesquels les élèves entrent en relation avec le monde. Le geste mental intervient alors pour « créer et transformer des images mentales visuelles ou sonores » (Taurisson, 1990, p. 4) avec un but précis qui s'appellera projet de sens. Tous les élèves n'utilisent pas les mêmes gestes mentaux pour réussir et la confrontation entre pairs montre à tous qu'il n'y a pas nécessairement une solution unique mais plusieurs moyens d'arriver aux résultats. Il est important de prendre en compte chaque individu, de s'intéresser à la diversité des cheminements mentaux – que Butlen évoque en termes de cheminement cognitif – afin que tous se sentent « considérés » et prennent confiance en eux. Pour prendre un exemple simple, l'auteur explique que certains apprenants se sentent plus à l'aise dans un milieu sonore alors que d'autres préfèrent le visuel : tous ne fonctionnent pas de la même façon et une sensibilité n'est pas toujours mieux que d'autres, l'essentiel est qu'elle s'accorde au fonctionnement mental propre de l'individu, d'où la multiplicité des moyens pouvant être mis en place pour arriver au résultat. De plus, si certaines stratégies s'avèrent trop coûteuses, il sera toujours temps de guider les apprenants pour qu'ils les modifient petit à petit. Cette méthode d'enseignement détaillée ici par Taurisson permet à chacun d'être acteur de ses apprentissages – et par prolongement de sa réussite.

Dans ce courant pédagogique, il n'y a pas d'apprentissage sans évocations, ces dernières constituent même une condition nécessaire à l'apprentissage. L'évocation est un matériau incontournable, elle permet au sens de se manifester à la conscience et le fait vivre mentalement. Ce concept élémentaire forme une base à toute acquisition, d'où l'insistance de Taurisson à son égard.

> « Les gestes de la réussite sont des gestes mentaux précis. On peut les décrire, les acquérir, mais pour cela il faut apprendre à les reconnaître. Tout part de la distinction […] entre perception et évocation, de la mise en évidence des différents modes d'évocation et des liens entre ces habitudes évocatives et la réussite scolaire. » (Taurisson, 1990, p. 183)

En gestion mentale, pour déceler les gestes mentaux qui permettent de réussir – en mathématiques en l'occurrence, il s'agit de se mettre en introspection, d'observer son propre fonctionnement mental, de se centrer intérieurement sur l'activité qui se passe dans sa tête, et de l'évoquer. Cette recherche de processus mentaux peut faire l'objet d'échanges entre pairs ou d'entretiens – des dialogues pédagogiques – avec une personne formée à cet outil spécifique (le chapitre méthodologique abordera en détails cet outil de la gestion mentale élaboré à partir des travaux de La Garanderie, instigateur du concept). Comme pour la métacognition, l'objectif général est de conscientiser ce qui se passe dans sa tête afin de pouvoir réinvestir les connaissances découvertes sur son fonctionnement mental de manière efficace dans des situations ultérieures, permettant un accès à la performance qui serait facilité, du moins optimisé.

Dans ses recherches sur la réussite en mathématiques, Taurisson s'appuie sur des concepts novateurs, des outils inédits qui pourraient apporter une aide supplémentaire au cheminement vers la réussite, éléments qui semblent tout de même garder un lien plus ou moins étroit avec la métacognition. Cette nouvelle pratique pédagogique, ajoutée à la précédente, pourrait-elle constituer un atout pour comprendre la performance des élèves ? D'autres auteurs partagent-ils cet avis positif à son égard ?

2.3.2. Des mandalas d'apprentissage une autre façon d'apprendre et de réussir

Géninet a découvert elle aussi cette méthode pédagogique et l'a étudiée plus en profondeur pour en devenir formatrice. Elle a rédigé plusieurs ouvrages (1992 et 1993 notamment) sur son application dans l'enseignement des mathématiques – à destination de plusieurs classes du collège – et y donne des exemples concrets d'activités pouvant être menées auprès des élèves, activités qu'elle a elle-même testées. Des fiches récapitulatives de certaines notions figurent même en annexe, fiches pouvant être reproduites en cours ou bien modifiées selon les professeurs.

Bien que ses écrits ne soient pas orientés vers les programmes de l'école élémentaire, ils sont néanmoins à considérer par d'autres aspects. L'ouvrage portant plus spécifiquement sur le niveau 6ème par exemple, peut aider les enseignants de CM2 à préparer au mieux les apprenants en mathématiques en vue de l'année suivante. Par ailleurs, un certain nombre de notions méthodologiques accompagnent les exemples pratiques décrits. Tous ces concepts-clés sur lesquels repose la méthode, sont abordés de près ou de loin et en lien avec les activités proposées. Les livres de Géninet se veulent plutôt concrets et ne cherchent pas à entrer dans des détails philosophiques de cette pratique pédagogique : s'adressant à des praticiens de l'éducation, l'approche est plutôt pragmatique. Les professionnels de l'éducation peuvent se plonger dans leur lecture sans crainte d'être perdus dans des discours difficiles à suivre et y trouver des idées réellement intéressantes.

A partir des années 2000, Géninet a publié de nouveaux ouvrages sur la base de graphismes pour les niveaux de primaire et maternelle, abordant plusieurs disciplines. Ces fichiers rassemblent des mandalas d'apprentissage prêts à être photocopiés par les enseignants et distribués aux élèves (sur le principe de celui qui figure ci-après).

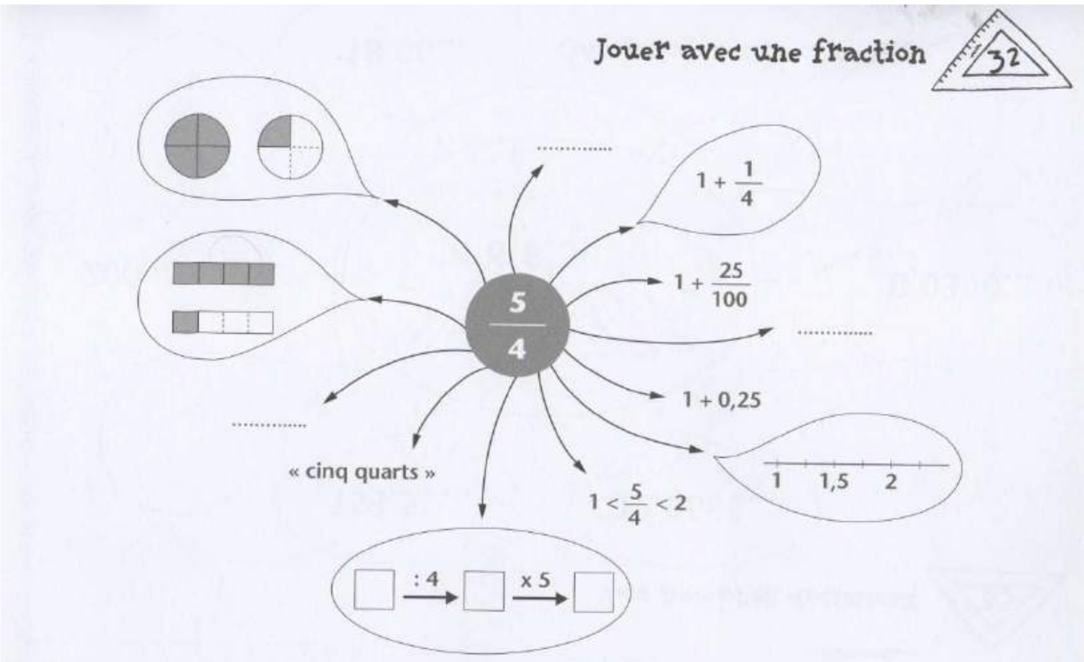


Figure 2 : Exemple de mandala d'apprentissage sur le thème des fractions (Géninet, 2006, fiche 32)

Celui-ci présente une fiche récapitulative de tous les aspects étudiés en classe à propos de la notion de fraction. Il s'agit d'un nombre qui peut être nommé, représenté graphiquement de diverses manières, décomposé selon différentes opérations (additions, succession réciproque d'un produit et d'un quotient), encadré par d'autres nombres… Les espaces vides laissent aux élèves la possibilité d'ajouter des éléments s'ils ont d'autres idées correspondant à cette fraction. De plus, cette fraction est supérieure à « un », ce qui est intéressant à observer car la situation est différente d'une fraction inférieure à « un » (en terme de représentation et de décomposition notamment). Il pourrait être envisagé qu'un autre mandala présentant ce second cas puisse être proposé également puis comparé au premier pour saisir les différences entre les deux. Le cas particulier des fractions décimales pourrait encore faire l'objet d'une nouvelle fiche (il est à peine évoqué avec la fraction $\frac{25}{100}$ et permettrait probablement aux apprenants de gagner en compréhension).

Pour le cycle 3, ces « schémas centrés cognitifs » reposent essentiellement sur le français et les mathématiques mais quelques-uns recouvrent divers domaines d'éveil – montrant d'une certaine manière qu'ils peuvent être déclinés quelles que soient les domaines pédagogiques. L'objectif de Géninet n'est pas tant d'attirer les apprenants par l'aspect ludique et créatif qui peut être perçu à travers ces graphismes que de les faire travailler différemment. Comme le soulignent les praticiens et experts de cette méthode pédagogique innovante et plusieurs psychologues cognitivistes, chaque individu fonctionne différemment « dans sa tête ». L'exploitation qui peut en être faite en classe est variée : les enseignants peuvent les proposer vides, pré-rempli ou déjà complété ; de manière individuelle ou collective ; en début de séquence comme un plan présentant les différents éléments qui seront abordés et faire compléter les bulles au fur et à mesure si besoin, donnant aux élèves un aperçu global de la notion ; en fin de séquence comme une synthèse des éléments abordés ; en exercice avec des bulles à compléter selon des consignes précises (telles que le fait de représenter une fraction sur un axe gradué, de la nommer en l'écrivant « en lettres »)… Pour l'auteur, l'objectif de cette fiche est de « créer une mobilité de pensée en jouant avec les nombres, et en les mettant en lien avec d'autres nombres. » (Géninet, 2006, p.8). Les modalités d'utilisation de ces mandalas sont vastes et laissent les enseignants libres de les utiliser comme ils le souhaitent. Géninet considère ces fiches comme « des outils d'accompagnement à l'apprentissage qui permettent une participation active de chaque enfant » (Géninet, 2006, p.4), et va même plus loin en les qualifiant d'outils didactiques.

> « Pour mettre du sens dans leurs apprentissages, beaucoup d'enfants, quel que soit leur fonctionnement mental, ont besoin que leur soit donnée une globalité à visiter ou à construire. Les uns le vivent comme un déclencheur de leur activité mentale, les autres comme une finalité à atteindre, car ils ont besoin de savoir où ils vont. » (Géninet, 2006, p.4)

Certaines pratiques pédagogiques conviennent très bien à un type d'élèves mais pas du tout à d'autres, d'où l'importance de s'adapter et de trouver des idées pour que chacun trouve son compte.

A l'école, force est de constater que l'enseignement est plutôt organisé sous forme d'étapes successives, de manière très linéaire, présentant très peu voire pas d'aperçu des notions dans leur ensemble (comme pourraient donner à voir des tableaux de synthèse ou autres figures permettant de résumer un ensemble d'éléments « d'un seul coup d'œil »). Or, cet aspect ordonné des objets de connaissance ne convient pas à tous les enfants, certains ne se sentent pas à l'aise et n'ont pourtant pas d'autres choix que de se conformer à ce qui leur est présenté. Les mandalas d'apprentissage ont ainsi pour but de les aider car ils éprouvent souvent des difficultés avec des formes d'enseignement plus traditionnelles. Mais ils s'adressent également à l'ensemble des élèves pour les habituer à travailler de diverses manières, les aider à mémoriser (geste mental trop appréhendé ou négligé), « permettre le développement d'une pensée mobile » (Géninet, 2006, p.3), et leur apprendre à synthétiser leurs connaissances. Il arrive que des professeurs présentent des « schémas-bilans » ou des tableaux en fin de séquence dans lesquels ils reprennent toutes les notions importantes de la leçon mais ils n'y pensent pas systématiquement ; il est en revanche très rare que de telles figures paraissent en début de séquence. Cela pourrait néanmoins servir aux apprenants qui ressentent ce besoin cognitif d'un aperçu global des notions qui leur seront enseignées avant d'entrer dans le vif du sujet. Souvent « la synthèse relève de la seule initiative de l'élève. Les « bons élèves » s'y adonnent spontanément et c'est bien une des raisons de leur réussite ». (Géninet, 2006, p.3)

En permettant à tous d'accéder à la synthétisation de diverses manières selon les besoins, d'apprendre à systématiser ce genre de récapitulatif, et plus généralement en s'adaptant à la forme de pensée de chacun, n'y aurait-il pas moyen de parvenir à la réussite ?

3. Émergence de la problématique

Dans une classe, pourquoi certains apprenants comprendraient-ils les mathématiques et d'autres non ? Pourquoi certains obtiendraient-ils d'excellents résultats et d'autres de très médiocres ? Comment expliquer les succès et les échecs au sein d'un même groupe suivi par un unique enseignant ? Pourquoi et comment les notions mathématiques constituent-elles des « barbarismes » aux yeux de beaucoup et font l'objet d'appréhensions et de craintes ? Cette discipline scientifique fait couler beaucoup d'encre, du primaire au lycée. De nombreux chercheurs essayent de comprendre et de décrypter les problèmes qui font surface et proposent des solutions.

Plusieurs didacticiens des mathématiques ou psychologues mentionnent dans leurs ouvrages (par exemple Butlen dans *Le calcul mental entre sens et technique* (2007), Fayol dans un article de la *Revue française de pédagogie* sur les stratégies d'apprentissage (de 1985), Noël dans *La métacognition* (1991) notamment) l'idée de cheminement cognitif ou le concept de métacognition, de près ou de loin, pour tenter d'aider les élèves en difficultés. Une autre pratique pédagogique utilisée par un certain nombre de professionnels rejoint la psychologie cognitive en insistant sur l'importance de connaître ses processus cognitifs pour réussir. Ces chercheurs d'horizons différents s'accordent à penser qu'apprendre s'apprend et que cet « enseignement » constitue un soutien précieux pour les apprenants. Une telle méthode aiderait ces derniers à avancer de manière efficace sur le chemin de la connaissance.

Par ailleurs, si bon nombre d'étudiants travaillent et excellent en mathématiques dans les classes préparatoires, les grandes écoles, les facultés… c'est-à-dire après l'Ecole, c'est bien qu'ils ont réussi, qu'ils réussissent encore et ont peut-être même fait l'apprentissage de cette réussite dans la matière concernée. Plutôt que de chercher à vaincre les difficultés, pourquoi ne pas s'orienter vers la performance et l'acquisition de compétences qui, d'elles-mêmes aideraient à faire face aux obstacles qui pourraient être rencontrés ? Parier sur la réussite semble être une vision plus optimiste et plus valorisante que de stigmatiser la difficulté en voulant à tout prix la « soigner » pour la dépasser avant d'avancer.

Le courant de la gestion mentale – cette approche qu'évoquent notamment Taurisson et Géninet – s'inscrit justement dans cette vision optimiste. Mais quels sont les points communs et les spécificités entre le point de vue de la gestion mentale et celui de la métacognition ? Dans quelle mesure l'articulation de ces deux approches permettrait-elle de mieux rendre compte de la réussite en mathématiques ? D'après les ouvrages reliant la réussite en mathématiques à la gestion mentale et ceux que nous avons évoqués précédemment en particulier, la gestion mentale semble amener des éléments inédits par rapport à la métacognition. Tardif (1992) prône un enseignement des stratégies par exemple : il tente d'enseigner aux élèves la métacognition pour leur faire prendre conscience de leur manière d'apprendre, mais « à tous en même temps » et davantage en terme de processus, de méthodologie. La gestion mentale a une vision différente : elle ne pose pas de stratégies *a priori*, n'apporte pas de solution extérieure mais part du principe que le sujet a des ressources en lui-même pour réussir et s'adapte à son rapport à l'objet de savoir pour l'aider à trouver ses propres stratégies.

Ces éléments nouveaux et complémentaires pourraient-ils permettre une analyse différente de la performance ? De nombreux concepts de la métacognition et de la gestion mentale permettent de préciser au plus près le fonctionnement mental d'un individu et des outils peuvent aider ce dernier à en prendre conscience. De ce fait, la complémentarité de ces deux théories constituerait-elle une conjecture à retenir pour les enseignants, dans le domaine des mathématiques notamment ? Autrement dit, *en quoi l'articulation de la métacognition et de la gestion mentale apporte-t-elle une meilleure compréhension du phénomène de réussite en mathématiques ?*

Il semble important de préciser que la métacognition et la gestion mentale n'auront en aucun cas l'ambition de se substituer l'une à l'autre et qu'elles ne pourront pas faire l'économie d'un apport de la didactique des mathématiques ; la contribution de ces différents champs pourrait en revanche amener un apport inédit susceptible de servir cette recherche. – Cette dernière pourrait d'ailleurs être qualifiée de compréhensive, étant animée par le désir de mieux comprendre les raisons qui font qu'un élève réussit en mathématiques au niveau de son rapport à l'objet de connaissance quels que soient les facteurs extrinsèques auxquels il est rattaché (milieu familial, catégorie socioculturelle…).

Le chapitre suivant veillera à ce que soient approfondies et articulées entre elles les notions principales qui dessinent le cadre conceptuel de la recherche.

Chapitre 2 : Cadre conceptuel

Ce deuxième chapitre vise à asseoir les fondements de la recherche à travers une étude approfondie des concepts énoncés dans la problématique et de ceux qui peuvent l'éclairer. Le travail s'articule autour de trois champs théoriques que sont la didactique des mathématiques, la métacognition et la gestion mentale, réinterrogés chacun sous l'angle de la réussite et dont l'ancrage épistémologique est spécifique à chacun.

L'objectif général de la didactique des mathématiques – pour laquelle Artigue (1990) et Kuzniak (2005) notamment ont beaucoup œuvré – est l'étude des conditions d'apprentissage de l'objet. L'interrogation de ce champ théorique servira la thèse de deux façons : d'une part pour circonscrire l'objet mathématique de la résolution de problème, d'autre part pour vérifier l'état des connaissances sur la réussite en mathématiques.

L'approche de la métacognition se situe dans le champ de la psychologie cognitive et témoigne d'une vision plutôt positiviste (au sens où elle a pour propriété fondamentale de postuler que les états mentaux sont relativement partagés d'une personne à l'autre et sont accessibles par l'entremise de l'expérimentation). Elle vise à « faire avancer la connaissance scientifique et la compréhension des processus mentaux » (Cartier, 2008, p.80) à l'aide de méthodes le plus souvent expérimentales. L'ouvrage *The nature of intelligence* de Flavell qui est à l'origine du concept de métacognition pourrait être considéré comme une œuvre de référence pour ce concept.

La gestion mentale est quant à elle une approche pédagogique qui « s'inscrit dans la dynamique de « l'apprendre à apprendre », avec le souci de rendre l'apprenant acteur et autonome dans la construction des savoirs. » (Gaté, 2013)[6]. D'un point de vue épistémologique, les travaux initiés par La Garanderie développent une lecture phénoménologique de la connaissance afin de proposer, dans la pratique, une didactique des actes de connaissances qui permette aux élèves « d'apprendre à apprendre » – cette didactique amenant les élèves à effectuer les gestes mentaux de la connaissance à l'aide d'évocations et de projets de sens adaptés. Les recherches dans le

[6] Données recueillies sur « Educatio » : <http://revue-educatio.eu/wp/2013/11/30/la-gestion-mentale-une-pedagogie-de-la-personne/>. Consulté le 30 mai 2016.

domaine utilisent là encore des méthodes plutôt expérimentales et s'appuient souvent sur des dialogues pédagogiques, outil-phare de la gestion mentale.

Une mise en lien des trois approches citées montrera qu'elles peuvent être complémentaires tout en comportant des spécificités propres : ne posant pas tout à fait les mêmes questions, elles n'apportent pas les mêmes connaissances, chacune proposant des éléments pertinents pour une meilleure compréhension de la réussite en mathématiques.

1. Réussite et didactique des mathématiques

Un exposé rapide au premier chapitre conférait à la didactique des mathématiques l'art d'enseigner la matière. Différemment de la pédagogie qui est centrée sur la personne, la didactique se préoccupe de l'objet de savoir en le modelant pour le rendre accessible, communicable, compréhensible à un public d'apprenants. En l'occurrence, la didactique des mathématiques cherche à comprendre comment les enfants acquièrent des connaissances en mathématiques en mettant l'accès sur la nature des connaissances acquises. La finalité est l'apprentissage de ces connaissances et non la réussite en la matière. La différence entre apprentissage et réussite doit d'ailleurs être éclairée, le glissement de l'un à l'autre étant aisé. En quelques mots, l'apprentissage vise l'acquisition des savoirs par les apprenants alors que la réussite évoque le succès de ces derniers à propos d'une tâche en particulier (nous reviendrons en détails sur la réussite un peu plus loin dans le chapitre). L'apprentissage d'une notion doit pouvoir amener à la réussite d'un exercice portant sur cette notion puisqu'il y en a eu acquisition en amont. En revanche la réciproque ne se vérifie pas automatiquement : une activité ayant remporté un succès n'implique pas nécessairement que les notions en jeu soient acquises et aient fait l'objet d'un apprentissage – même si cela peut être le cas. Lors d'un problème évoquant une situation de partage par exemple, l'élève ayant appris et acquis l'opération de la division est en mesure de réussir le problème donné. En revanche ce même élève peut très bien obtenir le résultat attendu à ce même problème sans effectuer de division mais en s'aidant de soustractions successives par exemple, auquel cas l'opération de division ne pourra pas être considérée comme acquise, peut-être même que l'élève en question n'en a pas encore fait l'apprentissage. Dans la présente recherche, les enfants en situation de réussite notable ont fait l'apprentissage des différentes notions et outils mathématiques qu'ils utilisent et, d'après les observations effectuées en classe (et évoquées dans le chapitre suivant), les ont acquis ; quand le chercheur fera mention de leur réussite, il la considérera donc comme le prolongement d'un processus d'apprentissage et d'acquisition.

Néanmoins ce champ de recherche n'est pas uniquement praxéologique, il ne se limite pas à une étude « pure » des notions mathématiques à transmettre aux élèves sans se préoccuper de ces derniers. Brissiaud – mathématicien et chercheur en psychologie cognitive – affirme ainsi que « la didactique des mathématiques garde la mémoire des pratiques antérieures, les analyse et les organise, [formant] certainement la seule façon d'avancer vers un savoir capitalisable. » (1989, p. 179) Généralement les didacticiens tiennent compte des techniques d'apprentissage avancées par la psychologie et la pédagogie. Il est en effet plus cohérent que ces différents champs de recherche ne travaillent pas en parallèle les uns des autres mais qu'ils se concertent et créent des « liens ». En d'autres termes, étudier les conditions de l'appropriation des mathématiques par les apprenants inclue une certaine connaissance des processus d'apprentissage et autorise le discours de psychologues à rejoindre des recherches en didactique des mathématiques. Mais qu'implique cette discipline particulièrement ? En quoi consiste-t-elle et quel lien établir avec la résolution de problèmes ? Des précisions sont attendues ici avant d'étayer le concept de réussite en la matière.

1.1. Que sont les mathématiques ?

Une définition générale et admise par les mathématiciens décrit les mathématiques comme une « science qui étudie les propriétés de connaissances abstraites ainsi que les relations qui s'établissent entre elles. » (Dictionnaire Larousse, 2013) Mais d'où viennent-elles ? En quoi consistent-elles ? A quoi servent-elles ? Comment sont-elles enseignées ?

Bien que l'étymologie du terme soit grecque, les mathématiques préexistaient probablement et auraient déjà été utilisées il y a au moins vingt mille ans pour des comptages. Néanmoins, le développement et la transmission de ces connaissances attendent les premières civilisations avec la gestion du commerce notamment. Deux branches des mathématiques se distinguent alors : certaines civilisations découvrent la géométrie quand d'autres créent l'arithmétique. Au fil des siècles, les recherches en la matière se développent de plus en plus et s'abstraient, les scientifiques élaborent de nouvelles théories et démontrent des principes inédits et novateurs. Les travaux mathématiques contribuent ainsi également au développement de bien d'autres disciplines, ce qui leur vaut l'attribution du surnom « *regina scientiarum* » par Gauss qui signifie littéralement reine des connaissances – par extension l'expression qualifie même les mathématiques de reine des sciences.

Au regard des avancées de la recherche en la matière depuis les derniers siècles, un nouveau découpage différencie maintenant quatre domaines principaux que sont l'algèbre, l'analyse, la géométrie et les probabilités – c'est d'ailleurs sous ces intitulés distincts que sont dispensés les cours de mathématiques dans l'enseignement supérieur. A ce niveau là, « l'enseignement des mathématiques peut aussi bien désigner l'apprentissage des notions mathématiques fondamentales ou élémentaires que l'apprentissage et l'initiation à la recherche. »[7]

À l'école élémentaire le découpage est tout autre : les instructions officielles évoquées au premier chapitre partagent également la discipline scientifique en quatre catégories mais bien différentes de celles des chercheurs avec lesquelles les points communs sont assez éloignés. Chaque intitulé – nombres et calculs, géométrie, grandeurs et mesures, organisation et gestion des données – regroupe des notions qui s'apparentent ou sont liées, au même titre que la maîtrise de la langue différencie grammaire, conjugaison, vocabulaire, orthographe, production d'écrit par exemple. Cette distinction permet notamment d'établir des emplois du temps plus aisément : le français et les mathématiques étant deux disciplines majeures du cycle trois, il convient de les travailler quotidiennement et de manière variée. Une notion n'est pas étudiée tous les jours pendant plusieurs semaines : les enseignants programment plutôt de la grammaire pour un jour, de la conjugaison pour un autre… Il en est de même pour les mathématiques : tel moment est consacré à la géométrie quand tel autre est réservé à l'apprentissage des techniques opératoires, etc. Bien que pratiques pour les professeurs d'un côté, ces découpages au sein des disciplines présentent d'un autre côté un certain risque : celui que les apprenants conservent une vision cloisonnée de la matière alors que ces connaissances forment un tout. Rédiger un texte nécessite non seulement une certaine maitrise de l'orthographe, mais également des notions en grammaire et conjugaison. Pareillement, la technique opératoire et la connaissance du tableau de conversion des masses par exemple sont utiles conjointement pour résoudre des problèmes mathématiques.

---

[7] Données recueillies sur « Techno-science.net » : <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=2367>. Consulté le 17 mai 2013.

Ce dernier point est très important et il semble essentiel que les élèves le comprennent : calculer une addition sans erreur est une bonne chose mais pas une finalité. Si l'addition n'est étudiée que pour sa technique avec des chiffres et des nombres ne représentant « rien », si elle n'a aucun écho au niveau du sens, l'opération n'est finalement pas comprise (ni enseignée complètement). Le but est d'accéder à la signification pour en faire un usage approprié : l'addition correspond ainsi au fait de dénombrer l'ensemble – c'est-à-dire la somme – de plusieurs éléments, tel qu'un boulanger calculerait combien coûterait l'achat d'un croissant à un euro et d'un pain aux raisins à 2 euros par exemple. Autrement dit, lors d'une activité de résolution de problème mathématique, si un apprenant choisit l'opération adéquate de par son sens (et non au hasard) et l'effectue sans erreur, donnant une réponse intelligible à la question posée, il est probable que le sens et la technique de cette opération soient acquis (ou bien en cours d'acquisition, du moins saisis). Les différentes notions ou techniques mathématiques sont donc réellement liées et forment un tout.

Par ailleurs, la résolution de problèmes peut donner aux élèves un exemple d'application des mathématiques : l'apprentissage de l'addition peut leur permettre de compter les billes qu'ils ont gagnées dans la journée, il permet aux parents de savoir ce qu'ils vont payer lorsqu'ils font leurs courses, etc. Dans le cadre d'une conférence en école primaire, Perrin (2007) légitime l'enseignement et l'usage de la discipline en expliquant à son auditoire que les mathématiques sont utiles aujourd'hui dans de nombreuses situations dont certaines du quotidien, et le seront encore demain dans diverses professions que certains exerceront, à l'occasion de futures découvertes… Il ajoute même qu'il reste beaucoup d'éléments inconnus en mathématiques, sensibilisant les apprenants au métier de chercheur.

1.2. Résolution de problèmes et mathématiques

Des instructions officielles ressort l'important accent posé sur l'activité de résolution de problèmes en mathématiques, au cycle trois de l'école primaire notamment. Il s'agit en quelque sorte d'une « clé de voute » de l'enseignement, mais que lui vaut tant d'importance ? Cette omniprésence des problèmes mathématiques dans les textes officiels – et par conséquent dans les classes – est à la mesure de l'activité, incontournable. Comme la production d'écrit, la résolution de problèmes mathématiques est un exercice transversal au sens où il peut traiter des différents domaines des mathématiques (géométrie, analyse et arithmétique dans le cas de l'école primaire), est un exercice très vaste puisque le contenu des énoncés peut être décliné autant que l'inspiration et les notions pouvant être mobilisées le permettent. De fait, il semble intéressant de chercher à mieux comprendre la réussite en mathématiques des apprenants à travers cette activité, autrement dit de centrer plus particulièrement la recherche sur la résolution de problèmes. Néanmoins, le terme de « problème » est très largement utilisé et recouvre plusieurs types d'exercices : définitions et détails sur le concept sont attendus d'entrée de jeu pour chercher ensuite à comprendre l'ampleur du phénomène.

1.2.1. Définition de la résolution de problèmes

Le concept de *problème* n'est pas propre aux mathématiques particulièrement, il trouve également des applications dans bien d'autres domaines qui ne sont pas nécessairement scientifiques ; néanmoins quel que soit le champ dans lequel elle s'exprime, cette notion revêt une signification constante. Comme le souligne Fabre, « pour le dictionnaire, le problème se définit comme une question à résoudre, qui prête à discussion, qui fait difficulté. Le problème renvoie donc immédiatement à la recherche. » (1999, p.11) Une précision supplémentaire est ajoutée plus loin : « Il n'y a problème que si la solution n'est pas immédiatement disponible » (1999, p.74) ; en effet si la réponse est accessible directement, la notion de recherche disparait et par là-même celle de problème.

Le psychologue-cognitiviste Brun décrit la notion de la même façon, à quelques précisions près, l'inscrivant dans son propre champ de recherche :

> « Dans une perspective psychologique, un problème est généralement défini comme une situation initiale avec un but à atteindre, demandant à un sujet d'élaborer une suite d'actions ou d'opérations pour atteindre ce but. Il n'y a problème que dans un rapport sujet/situation, où la solution n'est pas disponible d'emblée mais possible à construire. C'est dire aussi qu'un problème pour un sujet donné peut ne pas être un problème pour un autre sujet, en fonction de leur niveau de développement intellectuel par exemple. » (Brun, 1999, p.2)

Julo parle quant à lui de *résolution de problème*. Déjà dans l'action, il projette sa vision du problème dans l'activité de résolution qui s'en suit. Par sa manière d'expliquer le concept, Julo propose un apport de la psychologie cognitive qui complète celui de Brun. Expliquant que « résoudre un problème c'est d'abord mobiliser des connaissances » (Julo, 1995, p.6), il poursuit son explication plus en profondeur :

> « Résoudre un problème, dans son sens psychologique le plus large, c'est toujours découvrir c'est-à-dire accéder à quelque chose de nouveau. L'idée de solution correspond bien à ceci : il y avait quelque chose qui m'était inaccessible et qui m'apparait maintenant clairement, que je découvre. Mais une autre idée est fondamentale, également, pour caractériser ce qu'est un problème, celle de l'existence d'un enjeu en termes de réussite. Ce n'est pas la solution de problème en elle-même qui est le véritable but de la recherche, c'est le fait que je réussisse à trouver cette solution et donc que je réussisse à comprendre par moi-même ce qui faisait problème. » (Julo, 1995, p.17)

Ces chercheurs en sciences humaines donnent des définitions du *problème* et de la *résolution de problème* qui sont très proches les unes des autres, mais chacun insiste sur des précisions différentes : les problèmes amènent les élèves à un travail de recherche, ils doivent engendrer une réflexion qui ne met pas tout le monde à égalité (certains se trouvent face à des problèmes qui n'en sont pas pour d'autres), la réussite majeure réside davantage dans la compréhension du problème par celui qui le traite que dans la solution elle-même. Fabre s'interroge d'ailleurs lui aussi sur l'importance de la réponse, soulignant ici une ambiguïté du concept de problème. Par ailleurs, aucune des définitions précédemment mentionnées n'évoquait les mathématiques, ce qui confirme l'existence de problèmes dans d'autres domaines.

A propos la discipline scientifique mentionnée, Hervé reprend une idée de la didacticienne Houdement en expliquant les modalités suivantes :

> « Il y a problème mathématique si deux conditions sont réunies : d'une part s'il existe une intention mathématique du côté de l'enseignant qui est de vouloir activer certaines notions antérieurement acquises ou de préparer la construction de nouvelles notions, et d'autre part, si l'élève prend à sa charge le mode de traitement pour anticiper le résultat. » (Hervé, 2005, p.28)

Ces précisions sur les *problèmes en mathématiques* s'articulent autour de deux points : un premier qui concerne la didactique des mathématiques plus particulièrement et décrit la tâche de l'enseignant, et un second assez général qui attribue leur rôle aux apprenants tout en rejoignant les définitions du concept données par les chercheurs précédemment mentionnés. Autrement dit, pour qu'un problème puisse s'inscrire dans le champ des mathématiques, le professeur doit bien entendu construire son activité en utilisant des notions mathématiques mais il doit également réfléchir à la finalité qu'il veut donner à la résolution : application des connaissances maîtrisées ou découvertes de nouveaux éléments ? De leur côté, les élèves sont tenus de travailler et de trouver le résultat par eux-mêmes, c'est de leurs recherches et tâtonnements que doit se dégager la solution : s'ils attendent que l'enseignant la donne à leur place, on ne peut alors plus parler de problème mathématique – et même de problème en général.

L'équipe de recherche en didactique des mathématiques souligne cette difficulté que pose l'activité :

> « Pour beaucoup d'élèves, résoudre un problème consiste à faire un calcul avec les nombres de l'énoncé ou à appliquer ce qui vient d'être étudié en classe, puis une fois un résultat produit, attendre le verdict du maître pour savoir si « c'est bon » plutôt que de chercher à vérifier par soi-même ou de s'interroger sur la plausibilité du résultat. » (Équipe de recherche en didactique des mathématiques, 2005, p.45)

Acte manqué ? Peur de mal faire ou d'échouer ? … Quelles que soient les causes, bon nombre de professeurs remarquent que face à un problème, les élèves cherchent à tout prix à « caser » les dernières notions mathématiques qu'ils viennent d'apprendre, comme si ce type d'exercice finalisait systématiquement la leçon à la manière d'une synthèse – comme une dictée peut reprendre les nouveaux mots d'orthographe étudiés, les conjugaisons récemment apprises ou les dernières règles de grammaire enseignées. En voyant le « package énoncé et question », les apprenants préparent leur résolution sous la forme « opération et phrase réponse » et ne cherchent pas souvent à aller plus loin ou à réfléchir davantage. Cette vision de l'activité est quelque peu restrictive, surtout lorsqu'il existe une si grande variété de problèmes.

1.2.2. Différents types de problèmes

Les auteurs proposent plusieurs catégories de problèmes suivant divers critères. Un classement pertinent évoqué dans différents ouvrages peut être de différencier les exercices selon que la méthode de résolution de ces problèmes mathématiques est connue et habituelle ou ne l'est pas, et que les connaissances nécessaires pour répondre à la question sont accessibles aux élèves de par leurs acquis ou sont à rechercher ailleurs. Quatre familles de problèmes seraient donc à distinguer en fonction de ces éléments.

1) Tout d'abord « les *problèmes d'application* suivent la leçon et ont pour projet de mettre en œuvre une leçon, de la rendre opératoire » (Fabre, 1999, p.86). Donnés aux élèves pour qu'ils s'entraînent ou pour vérifier leurs connaissances, les éléments nécessaires pour les traiter ont normalement été vus en classe, par ailleurs la méthode de résolution est « classique » car l'enseignant a déjà fait travailler la classe sur des exercices du même type. L'objectif principal de ces problèmes est de consolider et de confirmer les apprentissages des apprenants. Au sens

de Fabre, cette catégorie se rapprocherait assez du modèle transmission/réception qu'il évoque et qui correspond à peu près au « schéma leçon et application traditionnel » (1999, p.77).

2) Une deuxième famille rassemble « les *problèmes de découverte* dont la fonction est d'aborder une notion nouvelle » (Fabre, 1999, p.86). Certains professeurs proposent de telles activités en début de séquence, pour que les apprenants découvrent d'eux-mêmes l'existence d'une nouvelle notion qu'ils approfondiront ensemble ensuite ou simplement pour l'introduire. Les connaissances ne sont pas acquises puisque l'objectif est de les rencontrer à travers l'exercice ; quant à la méthode pour y arriver, les élèves sont souvent guidés presque pas à pas, pour arriver au résultat et n'ont donc pas à mettre en place un dispositif original sur lequel ils devraient également travailler. Pour Fabre ces problèmes rejoignent ce qu'il appelle le « modèle par investigation, qui se centre sur les activités fonctionnelles et dont les objectifs ne sont pas donnés à l'avance mais découleront éventuellement de ces activités » (1999, p.77).

3) Les *problèmes ouverts* sont reconnus par une communauté de chercheurs et praticiens assez élargie et des définitions plus précises existent à leur propos. Fabre les décrit en trois points. – Arsac, Germain et Mante (1991, p.7) qui ont travaillé au sein de l'Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques dans l'académie de Lyon partagent cette même définition.

> « a) L'énoncé est court, entrainant une compréhension immédiate. b) Il n'induit ni la méthode ni la solution : pas de questions intermédiaires ni de questions du type « montrer que… ». c) Le problème se situe dans un domaine conceptuel familier des élèves. Il s'agit de permettre la production de résultats, au moins « partiels » dans un temps raisonnable. [...] Le problème ouvert ne vise pas de nouvelles acquisitions conceptuelles mais plutôt l'appréhension d'une démarche dans un domaine déjà connu. » (Fabre, 1999, p.87)

Dans la continuité des deux déclinaisons précédentes, cette troisième famille implique des connaissances déjà abordées et questionne plutôt la méthode de résolution. Aucune indication de résolution n'est donnée dans l'intitulé du problème, c'est à l'élève de décider comment faire pour trouver ou s'approcher de la solution, ses connaissances sont ses seules ressources. Dans certains sujets (au brevet des collèges par exemple), sous l'énoncé de ces problèmes ouverts, une consigne indique en italique que si le résultat n'est pas trouvé, il faut néanmoins faire apparaître des « traces de recherche ». Cette précision est importante – et pourrait d'ailleurs valoir pour les autres familles de problèmes – car les apprenants ont facilement tendance à laisser une page blanche lorsqu'ils bloquent alors qu'en travaillant individuellement avec certains, force est de constater qu'ils ont bien des idées, mais n'osent pas les avancer… Ces problèmes ouverts les déconcertent donc d'autant plus qu'ils n'ont aucune question intermédiaire qui leur servirait de point de repère pour les aider et les rassurer. C'est un apprentissage de la recherche.

4) Les *situations-problèmes* correspondent elles aussi à un travail de recherche. Comme le chercheur découvre de nouveaux savoirs par lui-même, les apprenants doivent aller à la rencontre de l'inédit eux-mêmes à partir d'une situation préparée par l'enseignant, ce dernier se mettant en retrait et non plus au centre dans l'apprentissage des élèves. De Vecchi en donne la définition suivante :

> « Le concept de situation-problème doit être présenté comme une situation provocatrice qui n'est pas claire pour les élèves et qui remet en cause leurs représentations. Les élèves ne doivent pas se sentir placés devant une simple « devinette » mais devant un ou des faits qui leur posent problème ! Les situations-problème peuvent ne pas préciser exactement ce qu'il faut faire. » (De Vecchi, 2007, p.32)

Dans cette quatrième famille de problèmes, les connaissances sont à construire puisque tel est leur objectif principal. Quant à la démarche à suivre pour les résoudre, si les situations-problèmes ne sont pas focalisées dessus, elle ne ressemble pas toujours à ce dont les élèves ont l'habitude ; une trame peut guider ces derniers qui n'ont alors pas à s'inquiéter de la procédure à employer mais ce n'est pas systématique et il arrive fréquemment que les apprenants aient tout à découvrir, tels des apprentis-chercheurs.

Les situations-problèmes ne ressemblent pas aux catégories précédentes. De Vecchi insiste sur la différence entre ces premières et les problèmes qu'il qualifie de « simples », distinction modélisée par « la présence d'une véritable rupture, allant à l'encontre des conceptions initiales des élèves, ce qui les provoque et, par là, donne du sens à leur activité. » (p.41) Le déroulement des situations-problèmes ne suit pas non plus le même genre de méthode ; s'inspirant de Dewey, Fabre détermine ainsi cinq phases de l'activité :

> « Action ou recherche individuelle ou de groupe ; formulation ou exposition à la classe des résultats trouvés ; validation ou « preuve » par les élèves du bien fondé de leurs résultats ; institutionnalisation ou identification des savoirs construits dans leur signification mathématique ; exercices et évaluation. » (Fabre, 1999, p.92)

Contrairement aux problèmes précédents qui s'apparentent davantage à des exercices et dont la résolution est plus souvent individuelle et relativement courte (les enseignants peuvent en donner plusieurs à solutionner en une séance), les situations-problèmes sont vraiment des activités de recherche à part. Plusieurs séances s'avèrent généralement nécessaires pour arriver à un résultat probable ou à des hypothèses (obtenus presque systématiquement par groupes) qui peuvent varier selon la manière de traiter la recherche. De plus, les outils et connaissances maitrisés par les apprenants n'étant pas suffisants pour répondre à la situation-problème, des documents extérieurs sont consultables pour les aider à bâtir une solution – sans pour autant la donner directement. En outre, « les situations-problèmes n'existent pas seulement en mathématiques ou en sciences » (De Vecchi, 2007, p.35), les professeurs les proposent dans bien d'autres disciplines littéraires alors que les familles de problèmes précédemment évoquées sont plus caractéristiques des mathématiques (ou éventuellement d'autres matières scientifiques pour les problèmes ouverts).

La classification des problèmes de Fayol (1990) en fonction des relations sémantiques et des opérations mises en jeu (changement, combinaison, comparaison, égalisation) tout comme celle de Vergnaud (1981) déclinée au premier chapitre pourraient s'inscrire comme typologies internes à la famille des problèmes d'application – ou éventuellement à celles des problèmes de découverte. Pour ces auteurs, le sens épistémologique du problème varie, la manière de présenter l'énoncé peut être multiple, les opérations à utiliser sont diverses, ce qui permet d'envisager ces classifications. De plus les concepts, les techniques opératoires, les outils mathématiques à mettre en place sont les mêmes que dans les problèmes d'application – et sont les éléments à repérer dans les problèmes de découverte. Un parallèle entre ces différentes typologies est donc légitime. (Les deux autres familles de problèmes ne peuvent rejoindre ce modèle : dans les problèmes ouverts c'est le mode de résolution qui est à trouver ce qui est différent et les situations-problèmes sont une activité de recherche encore à part.)

Au sein de l'activité de résolution de problèmes la recherche sera plus particulièrement centrée sur les problèmes d'application, bien que cette catégorie ne soit pas celle que la psychologie cognitive privilégie. Julo – cité dans la section précédente – explique en effet que la psychologie favorise plutôt les moyens d'arriver au résultat d'un problème que les résultats en eux-mêmes. Or, dans les problèmes d'application la démarche attendue est classique et n'attend pas une réflexion particulièrement poussée, il s'agit plutôt de réinvestir à bon escient une notion déjà abordée pour en confirmer l'apprentissage. Dans la classe où s'est déroulée l'observation des élèves, l'enseignant proposait plutôt ce type de problèmes lors des séances de mathématiques dans le but de permettre aux apprenants de s'entraîner à mobiliser et utiliser différentes notions étudiées en amont, tout en ajoutant un cadre avec des énoncés. Le chercheur a choisi de ne pas changer les habitudes des élèves pour les observer et considérer leur réussite en mathématiques, évitant ainsi de biaiser les résultats en proposant des exercices d'un genre nouveau auquel le groupe ne serait pas familiarisé. Au-delà du type de problème choisi, les notions sous-tendues sont variées : il peut exister des problèmes d'application à visée arithmétique, nécessitant notamment l'emploi de techniques opératoires ou l'utilisation de tableaux de conversion, mais il ne faut pas oublier non plus les problèmes d'ordre géométrique par exemple. Au regard de l'importance qu'accordent les programmes à « l'arithmétique » (même s'ils ne la mentionnent pas comme telle), c'est la réussite à ces problèmes (d'application) arithmétiques que le chercheur essayera de mieux comprendre au cours de cette recherche.

Comme en témoignent les descriptions qui précèdent, le concept de problème recouvre, tous domaines confondus, de multiples facettes. Selon des critères différents, les auteurs élaborent des classifications de problèmes variés dont certains modèles se rapprochent plus spécifiquement des disciplines scientifiques. Mais quelle est l'importance de ce type d'activité au sein des mathématiques ? Pourquoi suscite-t-il tant d'intérêt ?

1.2.3. Place de la résolution de problème dans le champ des mathématiques

Beaucoup de chercheurs en didactique mais aussi des professeurs et autres praticiens de l'enseignement et des mathématiques insistent sur la portée de l'activité de résolution de problèmes. Pourquoi ? La raison est simple : [ce type d'exercices est] « au centre des activités mathématiques et permet de donner leur signification à toutes les connaissances qui y sont travaillées. » (Programmes de 2002 du ministère de l'Education nationale) Le hors-série n°1 du 14 février 2002, extrait d'un bulletin officiel pour l'école élémentaire en mathématiques (cycle 3) insiste réellement sur cette idée en ajoutant que « l'élaboration des connaissances se réalise au travers de la résolution de problèmes » (cité par De Vecchi, 2007, p.14). En d'autres termes, « les connaissances mathématiques trouvent leur source dans l'activité de résolution de problèmes » (Julo, p.1995, 111). Les outils mathématiques étudiés en classe tels que la technique opératoire prennent sens lorsqu'ils sont utilisés dans des activités de résolution de problèmes, d'où l'importance de ces dernières. Pour reprendre un exemple cité antérieurement, lorsque la technique est maitrisée, comprendre et trouver le résultat d'une addition lors d'un problème permet de saisir la signification de l'opération et d'acquérir le concept complètement.

De nombreux auteurs reconnaissent cette place primordiale accordée à la résolution de problèmes en mathématiques dans leurs ouvrages. Brousseau décrit ainsi cette conception « classique » de la notion : « un élève ne fait pas de mathématiques s'il ne se pose et ne résout pas de problèmes. Tout le monde est d'accord là-dessus. » (Brousseau, 1998, p. 115) Cette déclaration insiste une nouvelle fois sur la place centrale qui doit être accordée à la résolution de problèmes dans le cadre des mathématiques à l'école primaire. Si les problèmes sont une activité transversale de la discipline mise en place quelles que soient les notions étudiées, ce n'est pas anodin mais bien parce que la résolution de problème est « le seul moyen de faire des mathématiques » (Brousseau, 1998, p. 61) répète le pédagogue et didacticien spécialiste en la matière. Autrement dit, « la résolution de problèmes est l'activité mathématique par excellence » (Équipe de recherche en didactique des mathématiques, 2005, p. 45).

Dans le champ des mathématiques, l'activité de résolution de problèmes a une importance capitale puisqu'elle permet la construction du savoir et l'accès au sens en la matière. La question qui se pose alors est le lien qui peut être établi entre les mathématiques – et de ce fait la résolution de problèmes – et la réussite.

1.3. Réussite et mathématiques

Si les travaux sur les difficultés scolaires sont nombreux, ceux qui étudient la réussite de manière directe se font plus rares. Le concept est mis en avant comme un objectif à atteindre pour ceux qui échouent et rencontrent des obstacles sur le chemin de la connaissance. La réussite n'est donc pas souvent considérée pour elle-même mais certains auteurs en font mention en abordant d'autres concepts et il peut être intéressant d'examiner ces recherches. Par ailleurs, en quoi consiste la réussite en mathématiques et quelle place occupe-t-elle au sein de la réussite scolaire ? Une question de vocabulaire s'impose néanmoins avant de commencer.

1.3.1. Entre performance et réussite

Entre performance et réussite, quelles différences et quels points communs ? Ces termes sont souvent considérés comme des synonymes mais le sont-ils en réalité ? Recouvrent-ils plusieurs significations variées ?

Au terme *réussite*, le dictionnaire Larousse indique « succès, résultat favorable » et celui des synonymes « aboutissement, succès, triomphe, victoire ». La *performance* est quant à elle définie comme « exploit ou réussite remarquable dans un domaine quelconque » et synonyme « d'exploit, record, prouesse, réussite remarquable ». Ces deux concepts sont donc assez proches, la nuance s'observant au niveau de la réussite « remarquable » (c'est-à-dire notable, rare, extraordinaire) dont fait preuve la performance. C'est dans ce sens qu'était employé le terme au premier chapitre pour décrire les élèves dont la réussite quasi systématique aux exercices de mathématiques se révélait épatante. Pour reformuler ces définitions dans leurs usages courants, la réussite qualifierait l'accès à la solution « exacte » d'un exercice, au résultat attendu d'une activité, quand la performance désignerait ce même accès à la solution « exacte » d'un exercice mais de manière renforcée par le caractère exceptionnel, inattendu, extraordinaire de l'évènement.

Dans le champ théorique de la psychologie, le concept de performance revêt une signification tout à fait différente de l'usage courant qui en est fait, la définition étant la suivante : « Résultat obtenu dans l'exécution d'une tâche » (Larousse, 2013). Dans ce sens, le concept correspond au niveau qu'atteint un élève en réalisant une activité par exemple mais la qualité de ce niveau n'est pas précisée. En psychologie, une nuance différente distingue donc les deux notions : la performance correspond au résultat personnel de l'élève alors que le concept de réussite serait plus général, désignant le niveau requis, la solution attendue. Dans le cas d'une évaluation en classe par exemple, la note obtenue par un apprenant est sa performance ; que celui-ci obtienne quatre points ou dix-huit points sur vingt, il est recevable de parler de performance au sens psychologique du terme. Dans cette même situation d'évaluation, parler de réussite dépendra des objectifs qu'aura fixés l'enseignant : si ce dernier décide que le contrôle est réussi à partir d'une note de quinze points sur vingt, l'élève qui a eu dix-huit aura réussi et sa performance sera dans ce cas synonyme de réussite (elle pourra même, selon le degré d'exigence, être qualifiée de « réussite remarquable »), contrairement à celui qui n'aura eu que quatre points.

Ces précisions de vocabulaire clarifient les deux concepts pour éviter les confusions. Dans la suite de la recherche, le terme de performance sera utilisé dans son sens psychologique et celui de réussite lui correspondra, évoquant le niveau d'aboutissement attendu par l'enseignant.

1.3.2. Réussite en mathématiques et réussite scolaire

Lorsque l'Ecole parle de réussite, elle évoque à travers ce terme un certain « palier » fixé par le ministère de l'éducation nationale, atteindre ce niveau est l'objectif des professeurs pour leurs élèves. Les moyens mis en place pour y arriver sont variés et font sans cesse l'objet de nouveaux travaux de recherche, encore faut-il saisir les critères de la réussite à l'école.

Parmi plusieurs enjeux, la réussite en mathématiques constitue un critère déterminant de cette réussite scolaire. N'est-ce qu'un hasard si les candidats au concours de professeur des écoles sont jugés principalement sur leurs résultats aux épreuves de français et de mathématiques ? Ces deux disciplines sont fondamentales à l'école primaire, en témoignent notamment les volumes horaires conséquents recommandés dans les programmes de l'école primaire (et particulièrement ceux du cycle 3) à leur égard. Si la maitrise de la langue française reste l'activité la plus importante puisqu'elle est à la base de presque tous les autres apprentissages (de par la lecture et l'écriture notamment), les notions mathématiques enseignées jusqu'au CM2 sont elles aussi essentielles car les disciplines scientifiques étudiées par la suite s'appuieront sur ces éléments qui seront considérés comme acquis. Réussir en mathématiques, c'est-à-dire atteindre le niveau requis en la matière, agit donc directement sur la réussite scolaire.

D'après plusieurs auteurs antérieurement cités en didactique des mathématiques et en psychologie, « l'un des critères importants de la réussite en mathématiques est la capacité de résoudre des problèmes [et] réussir en mathématiques c'est d'abord ne pas échouer dans les situations de résolution de problèmes, sinon de manière circonstancielle » (Julo, 1995, p.111). L'erreur est constructive et contribue aux apprentissages, bon nombre de pédagogues se sont prononcés sur la question et les mathématiques n'échappent pas à cette règle, mais les travaux de Julo vont plus loin : lorsque les enseignants proposent une activité de résolution de problèmes dans cette discipline en fin de séquence pour appliquer (voire évaluer) les notions découvertes et apprises (et qui sont donc censées être acquises), les erreurs doivent rester exceptionnelles et à la limite être justifiées. Au premier chapitre diverses orientations didactiques avançaient des facteurs pouvant expliquer la réussite en mathématiques, dans le même esprit, certains travaux ne proposeraient-ils pas quelques hypothèses qui amèneraient les apprenants sur le chemin de la réussite dans l'activité phare des mathématiques qu'est la résolution de problèmes ?

Fayol entre autres évoque le rôle de la sémantique dans la résolution de problèmes qui « détermine dans une large mesure la performance des sujets » (Fayol, 1990, p. 156). Pour ce dernier, la formulation des énoncés au même titre que les modalités de présentation (place de la question au début ou à la fin par exemple) ont un impact sur l'exécution et donc les réponses données par les apprenants. Si « les sujets "experts" n'éprouvent aucune difficulté » (p. 183), ce n'est pas le cas de tous : les meilleurs élèves réussissent souvent quelles que soient les variables auxquelles ils sont soumis.

Parmi les stratégies d'apprentissage que Tardif présente dans son ouvrage, figure le concept de transfert, repris et adapté plus spécifiquement à la résolution de problèmes par Julo. Bien que ce dernier n'inscrive pas spécialement l'activité dans le champ des mathématiques, les indications qu'il donne sur le sujet sont applicables à la discipline scientifique dont il est question :

> « Il existe des phénomènes de transfert lors de la résolution successive de plusieurs problèmes. […] En psychologie on parle de transfert à chaque fois que la résolution d'une tâche donnée a un effet sur la réalisation d'une tache subséquente. […] Dans les travaux concernant la résolution de problèmes, la méthode utilisée pour étudier les phénomènes de transfert consiste à regarder si la résolution d'un problème donné a un effet sur la résolution d'un autre problème (ou de plusieurs) présenté peu de temps après. (Julo, 1995, p. 91)

Il poursuit son raisonnement plus en détails en donnant les explications suivantes :

> « A partir de la procédure qui permet de résoudre un problème donné, on se fabriquerait une sorte de canevas ou de moule que l'on pourra utiliser pour un problème analogue. Plus ce canevas est abstrait plus il aura de chances de pouvoir être adapté au nouveau problème car moins les différences entre celui-ci et le problème analogue risquent de devenir des obstacles au transfert ; si en particulier la mise en place d'un tel canevas peut s'appuyer sur la mobilisation d'une connaissance générale, elle en sera d'autant plus performante. » (Julo, 1995, p. 98)

Pour Julo, le phénomène de transfert pourrait donc bien constituer une hypothèse de réussite en situation de résolution de problèmes – en mathématiques. L'entraînement et la répétition de ce genre d'exercices permettraient aux élèves de se fabriquer un modèle qui les aiderait ensuite à répondre à ce qui leur est demandé. Il s'agit toutefois de rester prudent sur la question car si l'entrainement semble indéniable pour réussir, sans nier pour autant son utilité dans certaines situations, l'idée d'un modèle de résolution à la manière d'une recette de cuisine peut induire les apprenants en erreur selon le type de problème auquel ils sont confrontés.

Brissiaud (1989) et Julo (1995) proposent encore une autre piste de recherche pour amener les élèves vers la réussite des problèmes (mathématiques) avec un travail sur les représentations. Ces auteurs indiquent que l'école doit favoriser ce type d'activité : des représentations erronées ou décalées constitueraient une véritable source d'échec pour certains alors que d'autres leurs devraient en partie leurs résultats satisfaisants. Quelles images se font donc les apprenants de l'énoncé proposé ? Sont-elles si différentes d'une personne à une autre, et d'un exercice à un autre ? La difficulté de certains problèmes mathématiques par rapport à d'autres altéreraient-elles ou gêneraient-elles la capacité à se représenter le problème intérieurement ? En lien avec ces interrogations, Julo suggère une remarque très pertinente en expliquant ceci :

> « Pour les mathématiques, tous les problèmes n'ont pas la même valeur : certains sont plus « riches » que d'autres sur le plan conceptuel. Cet aspect des choses a peu intéressé les psychologues. […] Inversement les didacticiens ont souvent tendance à trop miser sur la seule richesse de la situation et à négliger des aspects plus liés au fonctionnement cognitif. » (Julo, 1995, p.192)

Autrement dit, en s'intéressant quasi exclusivement au contenu, c'est-à-dire aux connaissances mathématiques à manipuler pour arriver au résultat escompté, il manque des éléments de réflexion non négligeables que suscite la psychologie. L'apport de la didactique pour mieux comprendre la réussite en mathématiques semble de ce fait insuffisant et doit être éclairé par un autre champ théorique comme celui de la psychologie. Le concept de métacognition notamment amènera une dimension supplémentaire à la recherche.

2. Métacognition et réussite en mathématiques

La métacognition est un élément de référence dans le champ de la psychologie cognitive. D'après le petit Larousse, la cognition est l'ensemble des structures et des activités psychologiques dont la fonction est la connaissance. De fait, la psychologie cognitive – psychologie de la cognition – étudie les grandes fonctions psychologiques de l'être humain telles que la mémoire, l'intelligence, le langage, le raisonnement, l'attention…, dont la fonction est la connaissance. « [La psychologie cognitive] s'attache à bâtir des modèles descriptifs et explicatifs sur les processus par lesquels nous recevons et traitons les informations, formons et organisons nos représentations [...] » précise un dictionnaire de psychologie en ligne[8]. Cette psychologie mobilisée par la recherche a sensiblement les mêmes objectifs que ceux de la didactique des mathématiques dans la section précédente : elle cherche elle aussi à mieux comprendre comment les élèves acquièrent des connaissances en mathématiques et réussissent en la matière mais en accordant plus de place à l'activité individuelle des enfants.

La métacognition désigne quant à elle la connaissance personnelle d'un individu sur ses capacités et ses fonctionnements cognitifs. Barth qui a beaucoup travaillé sur ce concept – en contribuant notamment à son transfert depuis l'outre-Atlantique – le décrit ainsi :

> « La métacognition permet de devenir davantage conscient de ce que l'on sait, de comprendre comment on a appris, ce qui permet, progressivement, de mobiliser ces savoirs et de reproduire consciemment ces processus dans un autre contexte. » (Barth, 2013, p.83)

Cette prise de conscience d'un sujet sur ses fonctions mentales montre la dynamique de ce concept qui pourrait contribuer à une meilleure compréhension de la réussite en mathématiques en venant compléter les recherches observées précédemment dans le champ de la didactique. Après une reprise des composantes générales de la métacognition présentées au premier chapitre, il importera de mettre en relation ce concept issu de la psychologie cognitive avec la discipline des mathématiques et l'activité de résolution de problèmes en particulier. Enfin, il conviendra de s'interroger sur la place accordée à la réussite par ce même concept.

2.1. Éléments généraux à propos de la métacognition

Si Flavell est le premier à définir le concept en le nommant ainsi – et considéré de ce fait comme son instigateur – d'autres chercheurs y faisaient déjà allusion à la même époque, tout en utilisant des termes différents : Skemp évoquait par exemple cette « habileté à faire de ses processus mentaux l'objet d'une observation constante » (1979), quand Piaget utilisait de son côté l'expression « abstraction réfléchissante » (1976) à propos « d'un processus qui renvoie à des mécanismes d'extraction, de réorganisation et de consolidation de la connaissance. »

8 Données recueillies sur « Psychologies » : <http://www.psychologies.com/Dico-Psycho/Psychologie-cognitive>. Consulté le 5 septembre 2013.

(Saint-Pierre, 1994, p.531) – À noter que l'expression de Piaget n'équivaut pas vraiment à la métacognition puisque c'est une abstraction qui résulte d'une activité métacognitive.

Comme le premier chapitre l'a mentionné, la métacognition comprend deux composantes importantes : les **connaissances métacognitives** et la **gestion** de l'activité cognitive qui utilise ces métaconnaissances.

« Pour Flavell, les **connaissances métacognitives** sont des connaissances et des croyances au sujet des phénomènes reliés à la cognition. « (Saint-Pierre, 1994, p.531) Comme les autres connaissances que les individus acquièrent à diverses occasions, celles-ci peuvent être assimilées et transformées au fur et à mesure de l'évolution de l'individu. Elles peuvent donner lieu à des *expériences cognitives*, selon Flavell :

> « Ce sont des expériences cognitives ou affectives liées à une activité cognitive. Non seulement les expériences dont nous sommes conscients et que nous pouvons verbaliser relèvent clairement de cette catégorie, mais aussi celles qui sont moins nettement conscientes et moins bien verbalisables. » (Flavell, 1985, p. 13)

Ce concept d'expérience cognitive est très important car il relie les deux grandes composantes de la métacognition. Il est en interaction avec les *connaissances métacognitives* en les faisant exister à la conscience des individus afin que ces derniers effectuent la *gestion* de leur activité mentale et puissent ajuster leurs connaissances métacognitives en les enrichissant ou les transformant.

La deuxième composante principale de la métacognition correspond donc à cette gestion de l'activité cognitive.

> « La gestion consiste en une série de réflexions accompagnant l'activité cognitive et produisant ainsi des informations sur celle-ci au cours de son déroulement, et en une suite de décisions visant à poursuivre ou à modifier l'activité cognitive. » (Gaté, 2012, p.39)

Le tableau suivant résume l'essentiel des deux axes constitutifs de la métacognition.

<table>
<tr><td rowspan="9">M E T A C O G N I T I O N</td><td rowspan="6">Trois catégories de connaissances métacognitives :</td><td rowspan="3">Sur les personnes (trois types de connaissances métacognitives)</td><td colspan="2">Les connaissances intra-individuelles sont des connaissances ou croyances que nous entretenons au sujet de nous-mêmes comme apprenants.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Les connaissances interindividuelles concernent les autres comme apprenants et les comparaisons que nous faisons entre eux et nous.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Les connaissances métacognitives universelles ont trait à des connaissances sur le fonctionnement de la pensée humaine en général.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Les connaissances métacognitives sur des tâches portent sur tout ce que nous savons ou croyons au sujet de la portée, de l’étendue ou des exigences de l’activité intellectuelle que nous avons à réaliser.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Sur les stratégies</td><td>Les stratégies cognitives servent à réaliser une activité cognitive.</td><td rowspan="2">Les connaissances métacognitives sur les stratégies comprennent des connaissances déclaratives (quelle stratégie utiliser ?), procédurales (comment l’utiliser ?) et conditionnelles (quand et pourquoi ?).</td></tr>
<tr><td>Les stratégies métacognitives servent à gérer cette activité.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Les habiletés métacognitives la gestion des connaissances métacognitives.</td><td colspan="3">Les activités de planification consistent à décider de la façon dont l’information sera traitée.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Les activités de contrôle consistent à surveiller ou à vérifier l’efficacité de l’activité en cours.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Les activités de régulation consistent en la poursuite, en l’abandon ou en la correction d’une stratégie en cours à la suite de ce qui a été détecté par les activités de contrôle.</td></tr>
</table>

Tableau 1 Les composantes de la métacognition, d'après un article de Saint Pierre (1994).

Les recherches liant ouvertement la métacognition aux mathématiques ne sont pas courantes, contrairement aux travaux mettant en relation ce concept et les activités de lecture et écriture. De ce fait, une telle mise en lien est-elle recevable ?

2.2. Pertinence du concept en mathématiques et en résolution de problèmes notamment

Très peu d'auteurs ont étudié la métacognition en l'appliquant au domaine des mathématiques, néanmoins « l'activité mathématique consistant pour une large part en résolution de problèmes, une gestion efficace de ses processus mentaux apparait d'autant plus grande pour réussir dans ce domaine. » (Saint-Pierre, 1994, p.539) Il se trouve que la résolution de problèmes n'est pas une activité exclusivement scientifique : comme les recherches précédentes l'ont évoqué, la psychologie (cognitive notamment) s'y intéresse particulièrement. Chercheurs dans ce champ de la psychologie cognitive, Newell & Simon définissent l'activité en ces termes :

> « Un problème surgit de l'écart qui se forme entre un état initial et un état but. Résoudre un problème c'est chercher un ensemble de procédures qui permettent le passage d'un état à un autre. » (Newell & Simon, 1972)

Cette définition de la résolution de problème se montre assez générale et si les deux chercheurs qui la mentionnent s'inscrivent plus précisément dans le champ de la psychologie, elle s'avère valable dans le champ de la didactique des mathématiques. Des précisions supplémentaires peuvent caractériser l'activité dans la discipline des mathématiques – précisions évoquées dans la partie précédente – néanmoins résoudre un problème quel qu'il soit conserve une définition de base commune. Cette activité se trouve donc elle aussi concernée par les processus métacognitifs en permettant à l'individu en situation de décider si une heuristique[9] – au sens d'une procédure de résolution – est plus adaptée qu'une autre.

Un problème articule deux éléments importants : le langage et la cognition. Un énoncé de problème – en mathématiques notamment – utilise des types de texte variés (narratifs, informatifs, descriptifs…) fournis sur divers supports (schémas, tableaux, textes « simples »…) et présente une partie injonctive qui formule une demande d'action ou de réponse, cette consigne pouvant être un ordre (l'utilisation de l'impératif indique explicitement la tâche attendue) ou une question (la tâche attendue est plus implicite). Le langage s'avère donc être

---

[9] Pour la psychologie, « lors de la résolution d'un problème, l'heuristique est un processus de mise en œuvre d'une solution qui débouche, parfois mais pas toujours (selon les caractéristiques du problème) sur une réponse adéquate. ») Données recueillies sur « Psychologie, Réseau savoir.fr » : <http://psychologie.savoir.fr/psychologie-heuristique/>. Consulté le 2 mars 2016.

une première nécessité pour traiter un problème mais la cognition l'accompagne de près et constitue une seconde nécessité puisque l'apprenant doit mettre en place des procédures pour résoudre et trouver une solution au problème. En jugeant de l'efficacité de ses actions et en les adaptant à la situation, l'élève effectue une opération mentale sur une opération mentale, il s'inscrit dans une activité de cognition sur sa cognition, autrement dit, il est dans la métacognition. De ce fait, si ce dernier concept peut jouer un rôle important dans l'activité de résolution de problèmes en général, il peut influencer favorablement cette activité lorsqu'elle est située dans le champ des mathématiques et par extension, être lié à cette discipline scientifique dans sa globalité.

Si la métacognition concerne la résolution de problèmes, qu'en est-il de ses composantes principales à propos de cette activité ? A la manière de Reulier (2012) qui explicite les composantes métacognitives dans le domaine de la compréhension en lecture, comment adapter plus spécifiquement ces dernières à la résolution de problèmes d'application dans le champ des mathématiques – et plus particulièrement des problèmes arithmétiques ? C'est l'objectif du tableau suivant qui reprend le précédent en transposant les éléments généraux pour qu'ils conviennent à la tâche particulière étudiée.

METACOGNITION	Connaissances métacognitives	Sur la **personne** en situation de résolution de problème • Connaissances ou croyances que l'apprenant entretient au sujet de ses propres capacités à résoudre des problèmes arithmétiques. (Variable intra-individuelle) • Comparaisons que l'apprenant établit entre sa propre performance en résolution de problèmes arithmétiques et celle de ses pairs, l'apprenant évalue son niveau par rapport à celui des autres. (Variable interindividuelle) • Connaissances de l'apprenant sur la façon « générale » de résoudre des problèmes arithmétiques – méthode qu'il ne met d'ailleurs pas forcément en application – c'est la « théorie ». (Variable universelle)
		Sur la **tâche** de résolution de problème connaissances et croyances de l'apprenant au sujet de la nature du problème arithmétique, de sa difficulté, de son contenu, de sa structure, des concepts mis en jeu…
		Sur des **stratégies** de résolution de problème • Connaissances qu'a l'apprenant des opérations mentales à mettre en œuvre dans l'activité de résolution de problèmes arithmétiques. (Stratégie cognitive) • Connaissances qu'a l'apprenant des stratégies qui seraient susceptibles d'être les plus efficaces pour résoudre et réussir des problèmes arithmétiques. (Stratégie métacognitive)
	Les habiletés métacognitives	La **planification** de la résolution du problème arithmétique consiste à décider de la façon dont le problème sera traité : préparation des étapes de la résolution, représentation mentale des données, prospection des stratégies à utiliser à partir des acquis à disposition. C'est l'organisation de la résolution à prévoir.
		Le **contrôle** permet de surveiller l'efficacité des connaissances et stratégies mises en place pour résoudre le problème arithmétique. Comment celles-ci sont elles exercées ? Cette pratique est-elle adéquate avec le problème à résoudre ? L'apprenant peut également anticiper les résultats et la suite de la démarche à entreprendre pour continuer la résolution du problème. En définitive, dans le cas de la résolution d'un problème arithmétique, le contrôle peut s'opérer à deux niveaux : celui des moyens mis en place pour effectuer le problème (au sens de la démarche), et celui de la finalité de l'exercice (c'est-à-dire de la cohérence des résultats par rapport à l'énoncé du problème).
		La **régulation** vise à adapter le mode de résolution en fonction du contrôle mis en place à l'étape précédente. Selon ses observations, l'apprenant peut décider de poursuivre, d'abandonner ou de corriger les stratégies mathématiques en cours, toujours dans le but de les rendre plus efficaces pour résoudre un problème arithmétique donné.

Tableau 2 : Métacognition et résolution de problèmes arithmétiques en mathématiques.

La gestion des connaissances métacognitives pour un lecteur correspond en quelque sorte à savoir « lorsqu'il comprend et ne comprend pas, ce qu'il comprend ou ne comprend pas, ce dont il a besoin pour comprendre, qu'il peut faire quelque chose lorsqu'il ne comprend pas. » (Giasson, 1990, p.54) De ce fait, par extension un apprenant qui résout un problème en mathématiques doit être capable de savoir s'il réussit à trouver la solution du problème ou ne réussit pas, ce qu'il réussit à résoudre dans un problème donné ou les éléments qui font obstacle, ce dont il aurait besoin pour réussir à résoudre le problème lorsqu'il bloque à un endroit précis, qu'il peut agir pour trouver la solution ou avancer dans la résolution même s'il ne réussit et ne comprend pas le problème comme il le souhaiterait.

Comme en témoignent ces différents éléments à propos de la métacognition et de la résolution de problèmes mathématiques, il est plus que recevable de traiter l'un et l'autre conjointement, le concept de la psychologie cognitive pouvant apporter une aide précieuse et des stratégies efficaces pour la résolution de l'activité mathématique citée. La question de la réussite en lien avec la métacognition doit néanmoins être plus détaillée, en gardant toujours à l'esprit d'adapter le discours à la discipline scientifique étudiée.

2.3. Réussite et métacognition

Des différences métacognitives entre des apprenants efficaces et des apprenants en difficulté montrent l'importance qui peut être accordée à la métacognition dans la réussite scolaire (Saint-Pierre, 1994). La prise de conscience de leur fonctionnement mental peut apporter un certain « plus d'être » chez les élèves qui doivent pouvoir constater les effets positifs générés. « Comment as-tu appris ? » interrogeait De Vecchi pour encourager cette prise de conscience (De Vecchi, 2007, p.78). Ce type de réflexion engendré par la métacognition vise à faire acquérir à l'apprenant une meilleure connaissance de lui-même, lui permettant ainsi d'optimiser ses performances et de s'approcher au plus près de la réussite.

L'observation, l'écoute, la verbalisation de chacun à propos des processus mentaux utilisés dans une activité permettent de sensibiliser les élèves à l'existence d'une grande variété de procédures mentales. La méthode d'un apprenant l'a peut-être amené au résultat mais ce n'était pas forcément la plus efficace et il en existait peut-être d'autres. Des séances de mutualisation à propos des connaissances et habiletés métacognitives mises en jeu peuvent enrichir les stratégies et augmenter les performances de chacun. « Il faut que chaque élève comprenne que celui qui trouve très vite la solution est celui qui utilise un enchaînement d'opérations mentales efficaces ; [par ailleurs] comprendre que l'autre a mis en place des habiletés métacognitives ignorées de lui jusqu'alors est une attitude qu'il doit apprendre à construire et qui sera pour lui d'une efficacité réelle » explique un article des Cahiers Pédagogiques.[10]

Dans ses recherches sur la métacognition, Noël évoque régulièrement le concept de réussite et pour elle, les deux sont étroitement liés ; en effet, « une performance correcte pourrait être associée à un meilleur jugement métacognitif, [et réciproquement] un élève plus performant pourrait être plus attentif à ses processus mentaux. » (Noël, 1991, p.32-33) De ce fait, agir sur les composantes métacognitives d'un élève pourrait non seulement les améliorer mais également influencer positivement sa performance en situation de tâche ; à l'inverse, obtenir de meilleurs résultats lors d'une activité pourrait permettre à l'apprenant concerné de réfléchir et enrichir ses connaissances et habiletés métacognitives.

Pour être efficace, la métacognition a besoin de connaissances et d'habiletés métacognitives efficientes. Lorsque les premières sont justes, que l'élève n'en a pas des idées erronées, leur gestion ne peut en être que meilleure, c'est-à-dire que les mécanismes de planification, de contrôle et de régulation deviennent alors d'autant plus opérants, pouvant améliorer la performance lors d'activités qui s'en suivent. Ainsi, « la métacognition semble être un des facteurs qui influencent le plus favorablement l'apprentissage et par conséquent, sans doute, la performance scolaire ou académique des apprenants. » (Noël, 1995, p.24)

Comme Blouin (1985) pour lequel « le talent n'explique pas tout », Noël insiste sur l'importance de la métacognition pour comprendre les différences de niveaux entre les apprenants : « l'explication de la variabilité des performances des élèves serait moins à chercher dans la diversité de leurs stratégies cognitives que dans les différences d'opérations métacognitives qu'ils exercent sur elles. » (Noël *et al.*, 1995, p.52) Les processus mentaux sont très variés comme cela a été évoqué précédemment, et certains sont plus efficaces que d'autres, amenant plus ou moins facilement à la solution attendue. Les opérations mentales sur les

[10] Article de Nicole Delvolvé : « Métacognition et réussite des élèves ». Site du CRAP-cahiers pédagogiques : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/Metacognition-et-reussite-des.html> (Consulté en août 2012).

processus mentaux, autrement dit, les processus métacognitifs, peuvent quant à eux apporter des réponses plus complètes sur la réussite et ont un rôle déterminant. Une parfaite maîtrise des notions acquises ne suffit vraisemblablement pas à augmenter la performance, de nombreux exemples le prouvent quotidiennement en classe ; il faut donc chercher plus loin, et les opérations de second ordre dont fait preuve la métacognition constituent une hypothèse vérifiée par de nombreux chercheurs.

Une série de questions métacognitives peut être proposée aux apprenants pour les aider à réussir – questions qu'ils devraient d'ailleurs se poser eux-mêmes – grâce à cet enrichissement de leurs métaconnaissances et habiletés mentales. Le tableau suivant en donne quelques exemples, issus de la thèse de doctorat de Reulier[11] qui s'était inspiré des travaux de Giasson (1990), King (1990a, 1990b, 1994, 2005), Richer *et al.* (2004), Schraw (1998) ; les questions suivantes sont adaptées à l'activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application (en mathématiques).

[11] L'intitulé est le suivant « Interactions verbales entre pairs et développement de la métacognition chez des élèves en difficulté de compréhension en lecture. » (Thèse de doctorat soutenue en 2012.)

METACOGNITION	Connaissances métacognitives	Sur la **personne** : • Quelles sont les qualités que je possède et qui vont m'aider à résoudre ce problème arithmétique ? • Quelles sont les difficultés que je pense rencontrer lors de la résolution de ce problème arithmétique ? • Quelles en sont les étapes de résolution ?
		Sur la **tâche** : • Avant de me lancer dans la résolution de ce problème arithmétique, est-ce que je comprends en quoi consiste cette activité ?
		Sur les **stratégies** • Quelles stratégies me semblent les plus efficaces à mettre en œuvre pour résoudre ce type de problème ?
	Les habiletés métacognitives	**Planification** • Quelle est la nature de la tâche ? Quel est mon objectif ? • Par quoi vais-je commencer la résolution de ce problème arithmétique ? • De quels types de connaissances, de compétences, de stratégies ai-je besoin ? • Combien de temps et quelles ressources ai-je à ma disposition ?
		Contrôle • Ai-je bien compris et traduit le problème dans ma tête ? • Suis-je au clair avec les éléments que j'utilise pour résoudre le problème ? • Ai-je eu l'impression d'être bloqué, de rencontrer une difficulté pendant la résolution de ce problème ? • Pourquoi ai-je procédé ainsi et pas d'une manière différente ? • Suis-je en train de trouver la solution au problème qui m'est posé ? • Les résultats que j'obtiens semblent-ils cohérents avec les données du problème (au niveau de leur ordre de grandeur notamment) ?
		Régulation • Dois-je modifier ma façon de procéder pour résoudre ce problème ? Si oui, comment vais-je m'y prendre ? • Comment ai-je réussi à dépasser les obstacles qui m'empêchaient d'avancer dans la résolution du problème ?

Tableau 3 : Guide de questions métacognitives à propos de l'activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application (en mathématiques), d'après Reulier[12] (2012, p.51).

---

[12] Le tableau de Reulier concernant les questions métacognitives liées à la lecture figure en annexe 1.

Le postulat du rôle déterminant de la métacognition dans la compréhension de la réussite – ou des difficultés – des élèves est partagé par d'autres auteurs. Parmi ces derniers, certains s'intéressent à la question des mathématiques plus précisément et déplorent le manque de travaux réalisés à ce sujet tant ils lui paraissent importants.

> « Peu de chercheurs ont étudié l'effet des connaissances métacognitives et des croyances sur la performance ou encore la nature et le développement du contrôle et de la régulation en mathématiques. Garofalo et Lester (1985) ne sont pas les seuls à croire que l'échec de beaucoup d'efforts pour augmenter la performance des élèves en résolution de problèmes provient en large part du fait que l'enseignement est trop axé sur le développement d'heuristiques et ignore les habiletés de gestion pour réguler l'activité cognitive. » (Saint-Pierre, 1994, p.540)

Cette explication à propos de l'activité de résolution de problèmes en mathématiques rejoint les précédentes qui valaient pour des activités « en général » : il semble important que les apprenants soient conscients de l'existence de multiples opérations mentales permettant de résoudre un problème mathématique, mais le fait de porter un jugement sur celles-ci (jugement métacognitif de fait) pour les adapter au problème influence encore davantage la réussite de celui-ci.

> « La métacognition est utile à construire des connaissances et des compétences avec plus de chances de réussite et de transférabilité, à apprendre des stratégies de résolution de problème qui favorisent la réussite et le transfert dont l'autorégulation. » (Doly, 1997, p.27)

Doly insiste elle aussi sur ce « plus d'être », cette influence positive apportée par la métacognition notamment dans le cas de la résolution de problèmes. A propos des connaissances et compétences construites par ce concept de la psychologie cognitive, Noël indique « qu'une étude de Romainville en 1993 a montré que les étudiants les plus performants étaient aussi ceux qui explicitaient un savoir métacognitif plus important et surtout plus structuré. » (Noël *et al.*, 1995, p.53)

D'après les travaux de différents chercheurs, il apparait clairement que la réussite va de pair avec la métacognition en se plaçant du côté de cette dernière : le but de la métacognition est de permettre aux apprenants d'optimiser leurs performances, c'est-à-dire de progresser sur le chemin de la réussite quels que soient les domaines. L'utilisation de la métacognition en mathématiques est ainsi tout à fait légitime, et d'autant plus dans l'activité de résolution de problèmes qui, bien qu'occupant une place centrale de cette discipline scientifique, existe également dans d'autres domaines tels que celui de la psychologie.

En ce qui concerne la place accordée à la métacognition par la réussite, elle est moins évidente mais existe pourtant. Les psychologues cliniciens ont la réussite comme ligne de conduite, en revanche, les chercheurs s'intéressant à la réussite ont à leur disposition une multiplicité de facteurs pouvant en être à l'origine, tous issus de domaines très variés et la métacognition n'est qu'un de ces facteurs parmi d'autres. Toutefois, il serait ingrat de ne pas reconnaître que les travaux liés à la cognition et la métacognition sont assez récurrents dans les écrits abordant la réussite scolaire.

2.4. Stratégie et métacognition

Parmi les composantes de la métacognition figurent les connaissances métacognitives sur les stratégies qui, lorsqu'elles sont judicieusement choisies, adaptées à la situation et mises en place de manière efficace, servent à gérer l'activité cognitive des individus. Ces stratégies s'acquièrent de diverses manières, leurs origines sont variées puisqu'elles peuvent provenir d'un apport externe (par l'enseignant ou les pairs notamment) mais parfois aussi d'une production interne (inhérente au sujet).

Les apprenants peuvent les découvrir eux-mêmes lors de la réalisation d'une tâche particulière ou en répétant à plusieurs reprises le même type d'exercice : se rendant compte qu'une certaine méthode semble ou est plutôt opérante ils la considèrent alors comme une stratégie, un moyen susceptible de les aider dans tels ou tels types d'exercices.

Une deuxième manière de découvrir et d'adopter de nouvelles stratégies peut venir de séances de mutualisation entre les apprenants : en mettant en commun des résultats à l'issue d'activités par exemple, ces derniers peuvent s'apercevoir que tous n'ont pas procédé de la même façon pour obtenir leurs réponses et découvrir que certaines méthodes de leurs camarades sont peut-être parfois plus adaptées que les leurs, ou bien complémentaires ; le groupe se retrouve en fait en présence d'un choix de stratégies, d'une « banque » de stratégies desquelles ils peuvent s'inspirer s'ils le jugent nécessaire.

Des stratégies peuvent encore être transmises à l'école par l'enseignant. « La métacognition implique des connaissances construites et stratégiques qui peuvent être directement enseignées et apprises en classe. » (Tardif, 1992, p.58) Lors de l'acquisition de nouvelles notions ou d'activités collectives menées par le professeur par exemple, ce dernier peut évoquer des techniques opératoires (dans le cas des mathématiques), proposer des astuces, suggérer des conseils que certains élèves accueillent comme des stratégies gagnantes car elles entrent en résonance avec leurs habitudes mentales et peuvent leur apporter un soutien non négligeable qui les porte vers la réussite des exercices entrepris. Tardif complète cette idée en expliquant que : « L'enseignant doit conduire l'élève à concevoir […] que la réussite est la conséquence de la mise en place de connaissances et de stratégies cognitives et métacognitives qui s'enseignent, s'apprennent et se développent. » (Tardif, 1992, p.142) Les sources dans lesquelles les élèves peuvent acquérir, choisir ou découvrir des stratégies sont variées et ces dernières sont de ce fait multiples.

La distinction entre stratégies cognitives et stratégies métacognitives mentionnée dans les tableaux 1 et 2 (pages 17 et 19) et évoquée par Tardif au paragraphe précédent mérite d'être mieux précisée. En expliquant la différence entre cognition et métacognition, Dehaene peut apporter un premier éclairage :

> « Si la cognition peut se définir, schématiquement, comme l'ensemble des processus mentaux qui nous permettent de traiter des informations (internes ou externes), alors la métacognition pourrait se définir comme l'ensemble des connaissances et des croyances que nous possédons sur nos propres processus cognitifs (passés, présents ou futurs), ainsi que les processus qui permettent de les manipuler. »[13] (Dehaene, 2012)

Ces données montrent deux niveaux différents : au premier – le cognitif – il s'agit de connaissances, de processus mentaux servant à réaliser une activité cognitive telle que résoudre un problème mathématique par exemple, le second niveau – le métacognitif – consiste d'une certaine manière à gérer les processus mentaux qui réalisent l'activité cognitive grâce à l'acquisition et à la mise en place de connaissances sur les connaissances cognitives, en d'autres termes c'est une prise de recul sur l'activité afin de l'analyser et éventuellement de l'améliorer. Les stratégies cognitives et métacognitives suivent ce « schéma » en deux niveaux : d'une part les stratégies cognitives peuvent correspondre à des méthodes, des connaissances, des procédures jugées efficaces et mises en place dans la réalisation d'une activité cognitive pour la réussir au mieux, d'autre part les stratégies métacognitives tentent de gérer cette activité cognitive en observant rétroactivement les actions effectuées, en effectuant des jugements sur

13 Données recueillies sur « L'annuaire du Collège de France » : http://annuaire-cdf.revues.org/1465 - tocto2n1 Consulté le 6 janvier 2015.

les stratégies cognitives et en les évaluant pour, au besoin, modifier ces actions et assurer une réussite toujours plus optimale de l'activité.

La deuxième composante de la métacognition qui correspond aux habiletés métacognitives est aussi en lien avec les stratégies puisqu'en gérant l'activité cognitive des individus elle anticipe les méthodes qui s'annoncent les plus efficaces, les contrôle voire les modifie ou même les remplace au besoin. Ainsi, métacognition et stratégies sont étroitement liées au sens où les stratégies « font partie » de la métacognition, elles y sont inhérentes. Dans son ouvrage *Pour un enseignement stratégique* déjà plusieurs fois cité, Tardif souligne cette idée : « La métacognition fait référence à la connaissance et au contrôle qu'une personne a sur elle-même et sur ses stratégies cognitives. » (Tardif, 1992, p.59) Toutefois une question peut se poser : si la métacognition est liée aux stratégies qui la composent, qu'en est-il de la réciproque ; autrement dit, la métacognition ne constituerait-elle pas elle-même une stratégie ?

Quelques définitions de la notion de stratégie peuvent apporter des éléments de réponse pour éclairer cette dernière interrogation – à noter que l'objectif de cette section n'est pas d'étudier le concept de manière exhaustive mais de saisir les liens qui existent entre lui et la métacognition. Siegler par exemple en donne une version qu'il emprunte à Naus et Ornstein – version adaptée plus précisément aux stratégies de mémorisation.

> « Les stratégies sont "des activités cognitives ou comportementales sous le contrôle délibéré du sujet et utilisées afin d'améliorer les performances de la mémoire" (Naus & Ornstein, 1983, p.12) » (Siegler, 2001, p.215)

Bien que cette première approche soit plutôt destinée aux stratégies de la mémoire, elle peut être généralisée relativement facilement : il n'est pas contradictoire de penser qu'à un niveau plus général les stratégies correspondent à des activités cognitives (ou comportementales) choisies sciemment par les individus et mises en place pour optimiser leur réussite dans telle ou telle activité. Cette version donnée par Siegler ne s'éloigne pas de la métacognition, elle la rejoint dans le sens où les élèves – en l'occurrence – prennent l'initiative d'utiliser certaines métaconnaissances qu'ils estiment bénéfiques pour l'exercice qu'ils ont à résoudre par exemple. Siegler va d'ailleurs dans ce sens :

> « Il est possible que les enfants se basent sur leurs connaissances métacognitives (connaissances de stratégies pertinentes, de la difficulté de la tâche et de leurs propres capacités cognitives) [pour choisir la stratégie à utiliser]. » (Siegler, 2001, p.221)

Tardif propose lui aussi une définition du concept de stratégie.

> « Une stratégie est conçue comme la planification et la coordination d'un ensemble d'opérations en vue d'atteindre efficacement un objectif. La stratégie a quelque chose d'intentionnel. […] Elle a aussi quelque chose de pluriel : il s'agit d'un ensemble d'opérations. […] Dans une stratégie il y a deux phases importantes : la planification et la coordination. » (Tardif, 1992, p.23)

Les phases décrites par ce dernier rappellent les habiletés métacognitives (de planification, contrôle et régulation) qui gèrent l'activité cognitive des individus, marquant une nouvelle fois le lien entre métacognition et stratégie. Comme Siegler, Tardif est très intéressé par la psychologie cognitive et écrit que cette dernière « met l'accent sur les stratégies qui permettent l'atteinte d'une performance. » (Tardif, 1992, p.70) L'usage des stratégies a comme visée première de réussir l'activité entreprise au sens de la psychologie cognitive, tout comme la métacognition. Ainsi, en plus d'être liés l'un à l'autre, les concepts de métacognition et de stratégies sont « attachés » à celui de réussite – le tout pouvant être utilisé dans le domaine des mathématiques.

Enfin, Fayol (cité dans le premier chapitre) semble d'accord avec la représentation du concept de stratégie décrite par les deux auteurs qui précèdent (Siegler et Tardif).

> « Les stratégies sont censées fournir au sujet un ensemble d'outils adaptables, transférables, susceptibles de lui permettre d'apprendre à apprendre tout en résolvant les problèmes soulevés par la vie. » (Fayol, 1994, p.92)
> « [Une stratégie] est une séquence […] de procédures sélectionnées en vue d'un but afin de rendre optimale la performance » (Fayol, 1994, p.93).

Bien que l'expression ne soit pas un parfait synonyme du concept, « l'apprendre à apprendre » fait référence à la métacognition, montrant que Fayol établit lui aussi un lien entre les deux. Ainsi, ces trois auteurs psychologues-cognitivistes insistent sur le rôle et l'importance des stratégies pour la psychologie clinique et plus particulièrement au sein du concept de métacognition, avec l'objectif final d'aboutir à la réussite de l'activité entreprise.

Malgré les bienfaits que peut apporter ce concept au niveau de la performance des apprenants, plusieurs chercheurs s'accordent à penser qu'il n'est pas défini assez précisément et reste parfois trop flou pour lui permettre d'étayer seul la compréhension de l'étonnante réussite observée chez un groupe d'élèves.

2.5. Limites du concept de métacognition

La définition d'origine proposée par le père de la métacognition est assez controversée et sujette à bien des remises en question. En effet, la métacognition peut être proche de l'affectivité dans de nombreuses situations. La frontière entre l'une et l'autre n'est pas toujours nette et dépend de chaque individu, de son implication dans les activités auxquelles il se soumet, de sa capacité à être objectif par rapport à ces activités. Autant le dégout qu'une trop grande empathie à l'égard d'une discipline peuvent altérer le jugement d'un individu envers la matière et envers lui-même face à cette matière : les connaissances métacognitives d'un élève qui détesterait les mathématiques risquent de ne pas être justes et objectives et de ce fait, ne seront vraisemblablement pas d'une grande aide pour réussir l'activité de résolution de problème – ou toute autre activité mathématique d'ailleurs. Un enfant qui n'aime pas les mathématiques par exemple peut dire à son enseignant qu'il ne comprend rien et ne sait rien faire d'un exercice qui lui est proposé, « envahi » par des émotions négatives. Or, en étant accompagné, guidé dans l'exercice (sans lui donner les réponses pour autant), il se rendra compte qu'il possède tout de même certaines connaissances dont il pourra se servir alors qu'il pensait le contraire.

Le caractère inconscient lié à la métacognition implique également certains questionnements : « des connaissances métacognitives et des processus de gestion de la pensée doivent-ils obligatoirement être conscients ou peuvent-ils être relativement inconscients et automatiques ? » (Saint Pierre, 1994, p.535) Les avis divergent à ce propos. Si certains pensent que la conscientisation n'est pas nécessaire, il est légitime que d'autres remettent alors en cause la pertinence de la métacognition dans une telle situation : une stratégie qui se déroulerait inconsciemment peut-elle être analysée puis ajustée s'il le faut ?

La distinction entre cognition et métacognition, même si elle a été tentée au cours des pages qui précèdent, est aussi parfois subtile et difficile à établir d'après la définition originale qui est donnée de la notion.

> « Plusieurs chercheurs s'interrogent sur la pertinence du concept en éducation, décelant un certain nombre d'ambigüités dans l'approche de Flavell. La principale est que deux phénomènes de natures différentes sont englobés : la connaissance de sa cognition et la régulation de celle-ci. » (Gaté, 2012, p.38)

Noël indique dans ce sens « qu'il apparait utile de distinguer clairement entre les opérations mentales qui produisent des connaissances et celles qui produisent des actions qui participent à la régulation des opérations mentales » (Noël, 1995, p.24). Avec d'autres collègues, elle propose une nouvelle définition de la métacognition pour mieux cerner le concept et le rendre plus intelligible.

> « Nous réservons, quant à nous, le terme de métacognition à des opérations mentales exercées sur des opérations mentales. Ce qui est spécifique à la métacognition, c'est qu'il s'agit d'une opération de second ordre, d'une opération mentale d'un apprenant qui prend pour objet une représentation du même apprenant. Dans ce cadre, la métacognition ne serait qu'un cas particulier de la cognition, celui où l'opération mentale est exercée non pas sur un élément extérieur à l'apprenant mais sur des phénomènes mentaux internes ayant lieu ou ayant eu lieu dans ses propres structures cognitives. » (Noël *et al.*, 1995, p. 50-51)

Il semble par ailleurs que la métacognition aborde peu voire pas la dimension du vécu de sens, se focalisant sur des aspects plus généraux. Dans les différentes définitions et explications données précédemment, il est question de métaconnaissances, de mécanismes de gestion qui doivent réguler l'activité cognitive pour guider l'apprenant vers la réussite, mais ni Flavell ni ses collègues n'évoquent la compréhension des notions par la question du sens. Toutefois que signifie cette question du sens ? Gaté s'interroge sur la notion et sa définition :

> « Y a-t-il plus polysémique que ce terme de *sens* ? N'est-il pas théoriquement impossible à définir puisqu'il est le principe même de cette définition ? En outre, et si on le rapporte au domaine de la pédagogie, trouve-t-on aujourd'hui des pédagogues éclairés qui ne se soucient pas de la question du sens : le sens *de* l'école, le sens *à* l'école, le sens *de* l'apprentissage, le sens *en* apprentissage… […] Lorsque le psychologue et le philosophe s'interpellent sur ce terrain, il n'est pas certain que le débat s'en trouve toujours clarifié, car l'un et l'autre abordent légitimement cette question du point de vue qui leur est propre, ce qui rend parfois la rencontre difficile… sur le sens du sens ! » (Gaté, 2015, p.196)

Le sens est partout, il est donc difficile d'en signifier l'absence. De fait, ce serait faux d'affirmer que le sens puisse faire totalement défaut à la métacognition, pour autant il ne revêt pas pour cette approche une importance capitale. À l'inverse, la pédagogie des gestes mentaux d'Antoine de la Garanderie s'appuie principalement sur cette notion pour faire progresser les élèves.

Proche de la métacognition, la gestion mentale vise elle aussi à faire prendre conscience les apprenants de leur manière de fonctionner mentalement pour les faire évoluer, tout en insistant sur cette dimension du sens. Dans la médiation – exercée dans le cadre de la gestion mentale – entre l'enseignant et l'élève, le premier ne s'impose pas à son interlocuteur comme un savant, au contraire il cherche à se faire discret, à se mettre en retrait pour « permettre à l'élève d'identifier ses propres ressources et de faire advenir en lui le sens de ce qui est à apprendre, [autrement dit] il est invité à accompagner l'élève dans sa rencontre avec le sens. » (Gaté, 2012, p.41).

En réalité, le rapport au sens des deux approches n'est pas le même. Pour Gaté, le sens se loge dans l'intuition d'un rapport (à soi, de soi au monde, au monde des êtres et des choses…), rapport triplement sensible, signifiant et dirigeant :

> « Dans une première acception du sens, le sens nous renvoie au registre du *sensible* et de la *sensorialité*. » (Gaté, 2015, p. 196)
> « La deuxième acception du terme de sens, et sans doute la plus courante, est celle qui le rapporte au *contenu de signification*. » (p. 199)
> « La troisième acception du sens est celle qui lui confère la *direction* d'un mouvement, l'*orientation* d'un processus. » (p. 206)

Le sens en tant que contenu de signification peut être retrouvé dans la métacognition : ses différentes composantes que sont les connaissances et les habiletés métacognitives ont bien un sens, c'est-à-dire un signifiant et un signifié liés au contexte, à l'activité en cours – en l'occurrence celle de la résolution de problème arithmétique d'application. La psychologie cognitive n'insiste pas davantage puisque cette acception ne lui est pas caractéristique.

Cette dimension de l'accès au sens des connaissances semble être pour La Garanderie en revanche, une condition essentielle d'entrée dans les apprentissages, témoignant un intérêt non seulement à la deuxième acception du terme sens mais également aux deux autres. L'un des derniers ouvrages de ce dernier pédagogue comporte d'ailleurs comme sous-titre *La pédagogie du sens* (La Garanderie, 2002). La question du sens pourrait ainsi constituer un enrichissement, un prolongement de la métacognition et une articulation légitime entre le champ théorique de la psychologie cognitive et celui de la pédagogie dans laquelle s'inscrit la gestion mentale.

Par ailleurs, si la psychologie cognitive s'intéresse au mental et non au comportement, elle ne prend pas appui sur l'introspection : certains auteurs en sciences cognitives (parmi lesquels Caverni (1988) et Vermersch (1999) pour ne citer qu'eux) reconnaissent volontiers la validité du concept mais d'autres psychologues (tel que Lieury (1993, 2012) notamment) ne le trouvent pas fiable. L'introspection s'avère donc quelque peu discutée, ne faisant pas toujours l'unanimité dans le champ théorique de la psychologie cognitive. Antoine de la Garanderie favorise quant à lui cette observation de la conscience individuelle par elle-même pour aller à la rencontre de son fonctionnement mental propre et comprendre l'origine de ses réussites ou de ses échecs.

Les actions pédagogiques proposées par ce pédagogue pourraient donc présenter un intérêt certain en complétant les propos de la métacognition de manière à comprendre plus en profondeur comment fonctionnent les apprenants dont la réussite est particulièrement notable.

3. Pédagogie des gestes mentaux et réussite en mathématiques

Si la métacognition est constituée de deux composantes, la gestion mentale l'est aussi d'une certaine manière, les deux mots de l'expression reflétant chacune d'elles. Derrière le terme de « geste » est évoquée « la nécessité pour la conscience d'effectuer un geste pour atteindre le **sens** du savoir » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.37), autrement dit, comprendre, saisir ce sens de la connaissance est rendu possible par « une gestuelle cognitive appropriée ». Le mot « mental » désignerait quant à lui la capacité des individus à prendre conscience de leurs propres images mentales et à les utiliser pour accéder au **sens** de ce qui est, un peu à la manière des habiletés métacognitives qui gèrent les connaissances métacognitives pour amener les apprenants vers la réussite, avec toutefois cette dimension du sens qui amène un regard plus complet. En résumé la gestion mentale cherche à comprendre les grandes tendances qui régissent la manière d'apprendre des enfants.

Un détour théorique s'impose pour saisir et légitimer l'utilisation des travaux d'Antoine de la Garanderie dans cette recherche : la gestion mentale est par essence une pédagogie de réussite et s'inscrit ainsi tout naturellement comme hypothèse pour essayer de mieux comprendre la performance notable des élèves, dans le domaine précis des mathématiques et de la résolution de problèmes en l'occurrence. Un lien sera établi ensuite entre cette discipline scientifique et la gestion mentale. Il s'agira enfin de revenir sur la métacognition pour constater la base commune et les éléments qui diffèrent, justifiant là encore l'utilisation de la gestion mentale comme prolongement du concept issu de la psychologie cognitive.

3.1. La pédagogie, son initiateur et ses mots-clés

D'où vient cette idée d'une pédagogie des gestes mentaux et qu'est-ce qui la caractérise ? Une biographie succincte de la Garanderie permettra d'éclaircir la première question : la formation et l'expérience tant personnelle que professionnelle de ce dernier ont guidé ses réflexions, lui faisant ressentir le besoin d'élaborer une théorie de l'action pédagogique pour amener les élèves à réussir. Un ensemble de notions théoriques seront également détaillées dans un souci de mise au point avec le lecteur car la terminologie utilisée par le pédagogue est spécifique et adaptée à des idées précises, constituant un canevas théorique caractéristique sans lequel la gestion mentale ne peut pas être.

3.1.1. À l'origine, un pédagogue inspiré par la philosophie

Antoine de la Garanderie nait en Mayenne en 1920. A l'âge de 13 ans, une surdité est déclarée et se développe peu à peu mais nul ne s'en soucie. La perte de ce sens se ressent au niveau scolaire et confronte le jeune adolescent à des difficultés qu'il essaye de compenser en mettant au point diverses stratégies.

A dix-huit ans, son professeur de lettres lui révèle sa vocation de professeur, ce qui est pour lui une rencontre décisive : après l'obtention de son baccalauréat, il s'inscrit en licence de philosophie où il étudie notamment avec Albert Burloud. Il est ensuite diplômé d'études supérieures en philosophie en travaillant sur l'ennui et obtient un certificat d'études supérieures en biologie animale et végétale.

En 1945, alors qu'il prépare l'Agrégation en philosophie, une visite médicale lui interdit de s'y présenter en raison de sa surdité, celle-ci étant alors reconnue pour la première fois. Néanmoins, disposant d'un appareil auditif, ces problèmes ne l'empêchent pas d'enseigner sa matière dès l'année suivante dans des lycées puis dans des classes préparatoires et à l'Université Catholique de Paris. Cette expérience le conduit à s'intéresser aux potentiels de réussite des élèves plutôt qu'à leurs échecs scolaires qui sont l'objet de tant d'études par ailleurs.

En parallèle de sa profession d'enseignant, la Garanderie rédige deux thèses de doctorat à partir de ses travaux sur l'ennui menés pendant ses études de philosophie. « Ses recherches s'inscrivent dans la lignée des philosophes et psychologues de l'introspection. » Il crée par ailleurs l'Institut Supérieur de Pédagogie de Paris (ISP) puis l'Institut d'Audiovisuel (IDA) sur une requête du rectorat de l'enseignement catholique de Paris avec lequel il travaille régulièrement. A partir de 1980, le pédagogue travaille même au service du Ministère de l'Education Nationale pour informer et former les enseignants de la région parisienne à ses travaux. C'est d'ailleurs à l'issue de cette mission d'expérimentation qu'une commission parle pour la première fois de « *gestion mentale* » à propos de ses recherches.

En 1984, la Garanderie est nommé directeur de recherches à l'Université Lyon 2 et professeur à l'Université Catholique de l'Ouest qui devient un centre important d'études en gestion mentale. Quelques années plus tard, un « Premier colloque de Gestion Mentale » y est organisé, à l'issue duquel les travaux sur le sujet ont un retentissement important à l'étranger. De nombreuses associations et formations voient le jour – se fondant sur ses recherches – et les promeuvent dans le monde de l'éducation. En 1993, la Garanderie crée l'Institut International de Gestion Mentale (IIGM), regroupant chercheurs et praticiens lors de colloques organisés tous les deux ans.

A partir de 1982, il publie des ouvrages très régulièrement et est fait chevalier de la Légion d'Honneur en 1994, en hommage à ses travaux.

Docteur en philosophie, la Garanderie a ancré ses recherches dans ce champ théorique et plus précisément dans la phénoménologie. Ce mouvement philosophique a été développé au vingtième siècle par Husserl notamment (pour la tendance étudiée ici). Ce courant de la science des phénomènes donne une méthode pour penser notre rapport au monde et aux choses, il conduit à changer notre regard et à dépasser nos préjugés. Avoir une posture phénoménologique consiste donc à adopter une attitude critique et à se poser des questions pour discerner le sens des connaissances : il ne s'agit pas d'avoir une attitude naturelle au sens d'une observation naïve et première qui demande peu d'efforts.

Au dix-huitième siècle, la théorie de la sensibilité (liée à l'apparition de la conscience) se demande comment un objet de connaissance peut apparaître dans la conscience à partir de la sensibilité et met en avant l'absence de pensée hors du corps (c'est-à-dire que le corps ne peut pas être séparé de l'âme, de l'esprit et de l'intelligence). La phénoménologie s'appuie sur cette théorie en affirmant que la connaissance ne relève pas que de l'intellect mais aussi du corps, de la chair, de la sensibilité, de la perception. En effet, l'enfant vit dans un monde plein de significations, de sens, de langage, de codes… et vit ce monde à travers son corps et ses sens. Il y construit son identité en sentant et en étant senti.

La phénoménologie n'est ni une école de pensée, ni une approche dogmatique. La Garanderie s'est inspiré de cette philosophie et a montré que la gestion mentale reposait sur les principes de cette dernière. En effet, les actes de connaissance ne vont pas de soi mais nécessitent une analyse précise pour les enseigner ensuite. De plus, pour qu'il y ait acquisition de savoirs il faut aussi qu'il y ait des projets. La phénoménologie invite donc à questionner les projets et les actes de connaissance pour mieux les connaître et les appréhender.

Les travaux sur l'introspection de Binet notamment y sont également liés et contribuent à éclairer la gestion mentale en décrivant à la conscience ce qui lui apparait. Il s'agit là encore de mettre entre parenthèses un certain nombre de préjugés qui empêchent d'accéder à tous les vécus de sens et enferment les individus dans un déterminisme de l'échec. La Garanderie explique d'ailleurs que pour comprendre les attitudes de sens de l'élève performant, il faut aller à l'essence même du phénomène performant. L'introspection interroge donc le sujet en situation de tâche pour repérer ses visées de sens. Les invariants relevés permettent alors de fonder une science eidétique et de concevoir une didactique des actes de connaissance afin d'entrer dans la mise en pratique de ces derniers. Mais quelles actions pédagogiques, quels objectifs faut-il attendre des travaux du pédagogue ?

3.1.2. Une action pédagogique de réussite, de transfert et de responsabilisation

La pédagogie intitulée « gestion mentale » – d'après une terminologie du Ministère de l'Education Nationale et non de la Garanderie – correspond à l'étude des gestes mentaux. En analysant les habitudes mentales de très nombreux individus (au sens des éléments de leurs fonctionnements mentaux utilisés de manière récurrente), le pédagogue a pu décrire avec précision les multiples processus mentaux qui entrent en jeu dans l'activité de connaissance. Ils ne vont pas de soi et requièrent de ce fait des explications.

L'objectif principal est de conduire le sujet à la connaissance de lui-même. La gestion mentale vise donc la conscientisation des habitudes mentales des individus. En classe, les élèves devraient pouvoir avoir la connaissance de la manière dont ils fonctionnent dans leur tête afin d'enrichir leur pouvoir de sens et d'optimiser leurs résultats. Cette démarche leur permet également de saisir la présence et de comprendre l'importance des projets de sens qui structurent toutes leurs activités mentales. En ayant conscience de leurs habitudes et projets de sens, les apprenants peuvent alors construire eux-mêmes leurs propres méthodes de travail qui sont les plus adaptées à leurs besoins, devenant ainsi les acteurs de leur réussite. La gestion mentale se déclare être *une pédagogie de réussite*. Selon l'association Initiative et Formation, il s'agit de valoriser cette dernière plutôt que de mettre l'accent sur l'échec comme ont tendance à le faire de nombreuses recherches. Le neuropédagogue Pascal Rouloïs écrivait encore : « Antoine de la Garanderie a découvert que la réussite scolaire était liée à de bonnes habitudes plus qu'à l'absence d'aptitude »[14]. Ce dernier s'intéressait davantage aux situations de réussite de ses élèves qu'à leurs échecs, la dynamique étant bien différente.

La gestion mentale est aussi *une pédagogie de transfert*. Elle vise à élargir les compétences des apprenants en leur permettant de se resservir intentionnellement des habitudes mentales qui leur sont efficaces pour d'autres activités. La découverte – en classe par exemple – des stratégies mentales de leurs pairs est également un atout car elle amène une ouverture d'esprit. D'après les principes de cette pédagogie, la différence entre les élèves n'est pas vue comme un poids, c'est un avantage, un enrichissement pour tout le groupe. Ainsi, tous élargissent leurs propres habitudes mentales afin d'améliorer leurs performances ».

Le troisième objectif de la théorie de l'action pédagogique de La Garanderie est de faire accéder les sujets – les élèves en l'occurrence – à l'autonomie. La gestion mentale se veut être *une pédagogie de la responsabilisation*. En rendant les apprenants conscients de leurs habitudes mentales, ces derniers prennent leurs apprentissages « en main », ils en sont les acteurs principaux et se responsabilisent.

Pour utiliser cette pédagogie dans une classe ou pour tout autre travail, l'improvisation n'a pas sa place : la connaissance – et mieux, la maîtrise – des éléments théoriques importants est incontournable. Une mise au point s'avère pertinente avant de poursuivre.

3.1.3. Une terminologie spécifique pour les notions théoriques

La Garanderie a employé un vocabulaire précis et caractéristique pour décrire les nombreux concepts sur lesquels repose la gestion mentale et dont la définition ne va pas de soi ou s'écarte quelque peu du sens connu habituellement. Il convient d'en éclaircir certains afin de pouvoir les utiliser de manière précise par la suite.

[14] Données recueillies sur NEUROPEDADGOGIE.COM, L'avenir en avance. *Les images mentales dans l'apprentissage.* <Http://neuropedagogie.com/les-images-mentales-dans-lapprentissage/gestion-mentale/123-pascal-roulois.html>. Consulté en mars 2011.

- *Perceptions* et *évocations*, des activités mentales fondamentales.

> « L'activité perceptive est un traitement mental conduit par le projet d'évoquer le sens des choses que l'on perçoit soit par des images visuelles, soit par des images auditives et verbales, ou par des images tactiles. » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.10)

Quoi que nous fassions, nos cinq sens sont sollicités. Ils sont comme des antennes sensorielles qui nous transmettent sans cesse des informations sous la forme de perceptions. Ces dernières sont en fait des sensations qui s'organisent, les moments d'identification pouvant être multiples si plusieurs sens sont stimulés. Avant de percevoir, l'apprenant doit néanmoins se mettre en projet de sens de se donner une image mentale, il doit se mettre en « appétit de sens » afin de vivre ce sens ultérieurement.

L'activité perceptive constitue le premier temps de tout apprentissage, prolongée de l'activité évocative. Un des principes phare de la gestion mentale spécifie en effet qu'il n'y a pas d'apprentissage sans évocations, il s'agit même de *la* condition nécessaire de ce courant pédagogique, les évocations étant le matériau par excellence de la gestion mentale. Le sens se manifeste à la conscience par l'évocation qui le fait vivre mentalement. La théorie ajoute ainsi que « l'évocation est un processus mettant en scène un geste opératoire de la pensée en quête de sens. » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, p.30) Autrement dit, et pour reprendre une expression de la Garanderie, l'activité évocative implique que les apprenants se mettent en projet de « faire exister le monde dans leur tête » afin d'accéder au sens d'une manière qui leur est propre.

Les évocations sont infinies et par ce fait même, d'une grande richesse. Leur nature varie selon qu'elles apparaissent sous forme d'images mentales visuelles, auditives, verbales, ou d'impressions tactiles, olfactives, gustatives. Abstraites ou concrètes, en première ou en troisième personne, les évocations peuvent aussi :

> « Être fixes ou mobiles, colorées ou non, spontanées ou dirigées par le sujet selon un enchaînement qu'il orientera vers le but recherché. Elles sont dites vagabondes lorsque l'enchaînement se fait par association d'idées libres et peuvent avoir une finalité de créativité à partir d'éléments perçus dans la réalité, transformés, assemblés, prolongés par le sujet. » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, p.30)

En classe les enseignants peuvent faciliter l'activité évocative de leurs élèves en leur annonçant les perceptions devant lesquelles ils vont se trouver, cet avertissement crée une attente dans le groupe et chacun se prépare à « ouvrir » ses cinq sens. Il convient également de dissocier et réduire les perceptions dans le sens où il est préférable d'éviter de donner trop à voir et/ou à entendre en même temps aux apprenants. Cette recommandation permet de réduire le risque de saturation perceptive de ces derniers, au même titre que le fait de laisser des temps de silence. Cette dernière action est très difficile pour les enseignants mais en s'y contraignant, ces professionnels de l'enseignement favorisent les évocations et la mise en introspection de leurs élèves. Ils peuvent encore ordonner les perceptions qu'ils présentent selon l'importance qu'ils veulent leur donner pour rendre les apprenants plus attentifs.

- *Atmosphère et lieu de sens* : nature et cadre des évocations.

L'*atmosphère de sens* est un univers sensitif et perceptif. Chaque homme est dans une atmosphère de sens par son corps : avec quel sens privilégié entre-t-il en relation avec le monde ? L'atmosphère de sens cache plusieurs façons d'être au monde : visuelles, tactiles, sonores… qui correspondent à la *nature* des évocations. C'est le point de départ personnel qui permet d'aller vers les actes de connaissance. Le pédagogue se doit de le faire découvrir aux apprenants pour qu'ils puissent aller vers le savoir : en effet, c'est en se comprenant eux-mêmes qu'ils pourront cheminer vers la connaissance.

Chacun place ses évocations dans un *lieu de sens* privilégié et défini par ces dernières : le temps, l'espace ou le mouvement. Ces lieux de sens permettent au sujet de rencontrer son pouvoir-être et le monde des êtres et des choses. Ils correspondent au *cadre* des évocations.

- Les *paramètres* des évocations : des niveaux d'abstraction différents.

L'activité évocative ne se manifeste pas seulement sous la forme d'images visuelles, verbales… Elle présente également des *niveaux d'abstraction différents* pouvant se retrouver dans tous les actes de connaissance. Pour décrire ces degrés divers, la gestion mentale a créé le concept de paramètres et en décrit quatre. Si les apprenants varient leurs évocations et utilisent de manière équilibrée chacun des paramètres, leur stratégie mentale sera alors optimale. Néanmoins, selon les habitudes mentales des individus, certains sont plus développés que d'autres et se retrouvent prédominants, apportant des atouts selon les situations et pouvant expliquer des échecs par ailleurs. En travaillant et en analysant les paramètres utilisés par les élèves selon les activités, l'enseignant peut enrichir les évocations de son groupe-classe.

Le premier paramètre correspond aux images et aux évocations concrètes. Dans le deuxième, se retrouvent les évocations de code telles que les mots écrits en lettres, les formules, les chiffres, les symboles… Le troisième paramètre rassemble des liens logiques sur des réalités ou sur des images plus abstraites, y sont recensées des analogies, des attributions, des sériations spatio-temporelles. Le quatrième est celui de l'imagination, il réunit les trois premiers paramètres et organise entre eux des liens originaux.

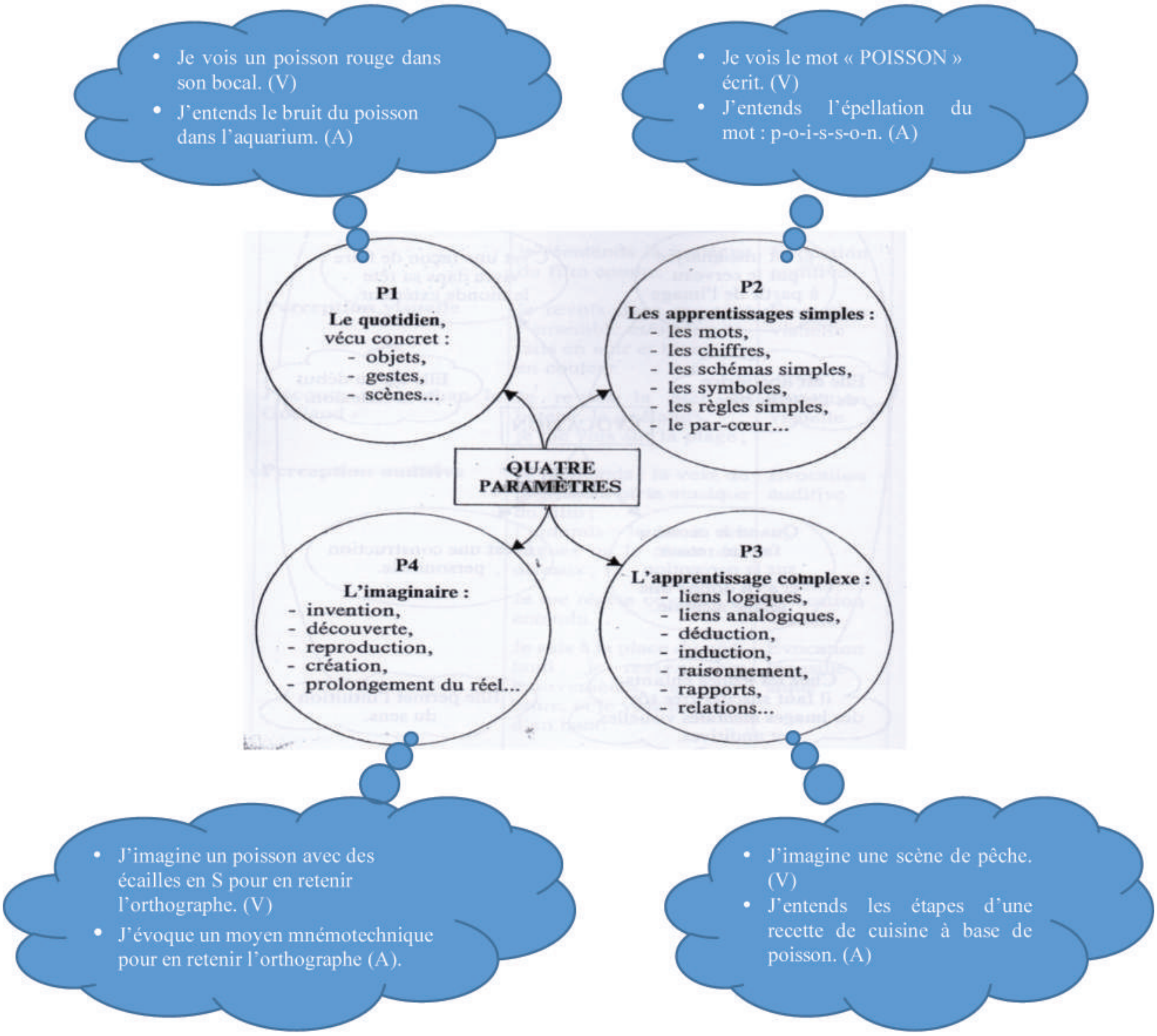


Figure 3 : Les paramètres (Géninet, 1993, p.19) accompagnés d'exemples d'évocations visuelles (V) et auditives (A) pouvant y être associées.

- Les *gestes mentaux* : des outils de la connaissance.

Les évocations font vivre le sens mentalement, d'où leur présence dans tous les actes de connaissance. La gestion mentale détaille avec précision comment s'effectuent les opérations mentales nécessaires pour utiliser les outils de la connaissance qu'elle propose, une description inédite et rendue possible grâce au vocabulaire spécifique de ce courant pédagogique. L'intérêt est de communiquer aux élèves le déroulement de chacun de ces actes de connaissance, de les renseigner sur la façon de les exécuter en vue de les accomplir ensuite. Comment un élève peut-il répondre à l'attente de son enseignant qui lui demande d'être attentif s'il ignore les processus à réaliser pour y arriver ? Il est très difficile de répondre à ce genre de requête sans avoir d'outils à disposition.

La Garanderie distingue cinq actes de connaissances, cinq principaux outils d'accès à la connaissance qui sont en étroite relation les uns avec les autres et se complètent, chacun apportant sa contribution. De plus, ils ont en commun le rapport à la *présence* (au sens de rendre présents à la conscience des éléments perçus et/ou évoqués) et la dynamique du *projet* de sens. Ces deux éléments constituent une base collective des cinq gestes mentaux sur laquelle se greffent les particularités de chacun, mises en exergue par la gestion mentale.

1) « *L'acte d'attention* est celui qui ouvre le champ de la connaissance à condition qu'il soit exécuté comme il se doit. » (La Garanderie, 1997, p.132) Pour être attentif, l'apprenant doit se mettre en *projet* de rendre *présent* mentalement toute forme de perception. Autrement dit, l'attention est un renfort mental de la présence et vise à faire exister mentalement un objet perçu grâce à des évocations. Cet acte de connaissance suppose un vécu de sens de motilité pour manipuler, parcourir, se décrire l'objet dans sa tête d'une part, et pour les aller-retours entre perceptions et évocations qui s'avèrent nécessaires pour se rendre réellement attentif d'autre part.

En étant attentif, on inscrit l'objet dans son atmosphère de sens, il s'agit de vivre le sens par des expressions mentales et de chercher ce qui est idéal pour soi. N'oublions pas que l'attention est utile à soi-même : nous sommes attentifs pour nous-mêmes et non pour être au service de quelqu'un d'autre. Influencé par nos propres projets de sens, l'acte d'attention permet un premier pas vers la connaissance et la naissance d'un sens non figé. Ce geste est très important et il ne faut pas l'escamoter : quand il est pleinement vécu, la personne concernée ressent une vraie joie d'être « l'artisan de sa connaissance ». Par ailleurs, ce geste mental ne débouche pas forcément sur une production mais c'est cette visée de production qui peut la dynamiser, l'issue dépendant des évocations – qu'elles soient spontanées ou dirigées.

2) « Nos souvenirs ont le sens et les possibilités de sens que nous leur avons donnés au moment de leur acquisition. » (La Garanderie, 1997, pp.245-246) *Mémoriser*, c'est se mettre en *projet* de rendre *présent* demain ce dont je vis la présence actuellement. Cet outil mental nécessite une certaine fidélité, un rapport d'identité entre l'objet perçu et l'objet évoqué mais pas nécessairement de façon immédiate. La fidélité n'est pas une habitude de sens première pour tout le monde et certaines personnes ont besoin de reformuler à la première personne avant d'être en troisième personne. Il est donc possible de passer par des stratégies particulières avant d'arriver à une imagination reproductrice et non plus transformatrice.

La mémorisation se démarque de l'attention en portant une dimension de futur. Etre attentif c'est maintenant et ici, en présence de l'objet de perception, alors que la mémorisation suppose l'anticipation d'un changement de cadre spatio-temporel. Mémoriser, c'est être attentif et avoir en plus le projet d'évoquer les objets perçus dans un *imaginaire d'avenir*, concept-clé sans lequel il ne peut y avoir de mémorisation. Cette notion consiste à se donner des indices de la situation d'attention, c'est-à-dire de la présence du jour, et à les porter dans le futur, de façon à pouvoir réactiver plus tard l'objet mémorisé avec fidélité. Au même titre que pour le geste d'attention, nos projets et habitudes de sens personnels ont aussi une influence sur la mémorisation.

Schématiquement, la mémoire est comme un édifice porté par deux piliers. Si nous voulons la consolider, il faut que les deux piliers soient assez larges pour la soutenir. Ces derniers correspondent aux évocations et aux projets et plus ils sont riches, plus la mémoire est solide.

3) Le *geste de compréhension* est plus complexe que les deux précédents puisqu'il les utilise tous les deux. C'est le *projet* de confronter, de comparer un évoqué d'attention (donc en *présence*) et un évoqué mémorisé pour en tirer une signification, en dégager des intuitions de sens, des rapports de similitudes ou de différence, de fin ou de moyen, de tout ou de partie.

L'acte de compréhension n'est pas une mythologie et il n'y a pas de miracles de l'esprit, cet outil n'est pas réservé à une élite et l'apprenant ne doit pas se laisser dépasser par la puissance du sens. Comprendre le sens d'un objet de connaissance c'est accéder à l'intelligence de cet objet et suppose des projets de sens.

Comprendre c'est aussi prendre sur soi, permettre au comprenant d'entrer en relation avec le futur et de trouver un équilibre entre le « sentant » et le « senti ». De ce fait, la compréhension nécessite une évocation (elle ne se joue pas dans la perception) mais toute évocation ne permet pas pour autant d'entrer dans la compréhension : l'être humain se donne une image mentale mais peut avoir besoin de traduire une perception d'un langage mental à un autre dans un premier temps pour mieux accéder à l'intelligibilité.

Comprendre c'est enfin signifier : l'homme est dans un monde constitué de réseaux de signification avec lesquels il doit composer et le sens auquel il accède dépend de sa façon de signifier.

4) « Nos acquis ont la destinée que nous leur avons donnée » disait La Garanderie, et le *geste de réflexion* en est bien la preuve. La réflexion est une flexion en arrière, un retour sur des acquis dont le sens est enrichi ou qui relèvent de la créativité et seront réutilisables avec d'autres objets de savoir. Cet outil mental nécessite de l'anticipation et un vrai projet de sens car nul ne s'improvise réfléchissant. C'est le geste mental le plus central et complexe parmi les cinq puisqu'il prend appui sur eux tous. Il correspond au *projet* de donner plus de sens à une *présence* évoquée et permet d'en spécifier le sens. Autrement dit, réfléchir sur un objet de connaissance c'est faire un retour sur sa bibliothèque mentale pour chercher et trier parmi les outils mémorisés, ceux qui vont permettre d'accéder et renforcer la compréhension de cet objet. En termes plus pratiques, la réflexion consiste en fait à évoquer une notion puis à retourner mentalement vers tous les acquis mémorisés, effectuer un tri parmi ces derniers afin d'en saisir et/ou enrichir le sens. Cet acte de connaissance correspond en quelque sorte au fait de placer des outils, c'est-à-dire des acquis, sur l'objet d'étude et suppose une mémoire : il ne peut y avoir de réflexion sans mémorisation.

La réflexion est encore un retour sur soi et permet à l'intelligence de trouver sa voie, d'avoir des idées, des intuitions de sens, d'aller plus loin dans la connaissance grâce à un projet de sens porté vers l'avenir. C'est un acte fondateur : « La réflexion du « se comprendre soi-même » est essentielle à l'intelligence que l'homme peut déployer, et donc à toutes ses intuitions de sens. » expliquait encore La Garanderie. L'image du miroir réfléchissant illustre bien ce geste mental en montrant que la réflexion est un retour sur soi, qu'elle permet l'identification de son être, la découverte de son pouvoir-être, la vie dans son être au monde. Cette étape est nécessaire avant d'entrer dans l'intellectualisation.

5) « *L'imagination créatrice* cherche à atteindre un monde nouveau, original, dont le sujet est l'auteur. Elle se confronte à l'inconnu. Elle ne sait pas d'avance ce qu'elle cherche ni ce qu'elle va trouver. » (Evano, 1999, p.44) Imaginer, c'est le *projet* de découvrir un sens non décelé ou caché au cœur d'une *présence*, c'est aussi inventer une autre présence ou quelque chose qui manque. Le projet de sens de l'imagination est d'accueillir l'inédit et peut être vécu de deux façons, comme s'il y avait deux formes d'imagination créatrice selon le rapport au modèle des individus.

L'imagination requiert de l'anticipation pour développer un imaginaire d'avenir dans lequel soient prises des initiatives devant un objet de savoir, une distance critique, un investissement personnel. L'imagination reste avant tout un acte de liberté qui suppose la découverte et l'affirmation de son pouvoir de sens. Elle est éducable très tôt et permet de se positionner face au monde, de découvrir son pouvoir sensible, de se construire sa propre image de soi, d'avoir un regard individuel sur les choses, d'être plus libre.

- Les *projets de sens*, « la dynamique et l'horizon des actes de connaissance » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.63).

« Tout acte de connaissance procède d'un projet de sens » affirmait la Garanderie. Être en projet c'est ouvrir un horizon de sens. Or, en découvrant l'espace du monde, l'enfant commence à comprendre que le sens des choses n'est accessible que par le projet, qu'il est un être de connaissances et que pour développer celles-ci il va devoir s'ouvrir au monde. Il va donc en faire l'apprentissage car un homme est toujours en projet d'être et de sens.

Qu'est-ce qu'un projet de sens ? C'est la dynamique des actes de connaissance. Pour qu'il y ait acte de connaissance il faut qu'il y ait projet, et réciproquement. Pour qu'il y ait savoir acquis il faut aussi qu'il y ait projet et acte de connaissance. Le projet de sens permet d'entrer dans l'atelier du connaître où les savoirs deviennent des connaissances. Un échec scolaire peut d'ailleurs correspondre à un projet de sens inadéquat voire absent. A l'inverse, la réussite pourrait-elle être le fruit de projets de sens parfaitement appropriés à la situation ?

Chaque projet de sens est structuré et correspond plus précisément aux habitudes de sens de l'apprenant, à sa façon de procéder pour chaque activité, pour chaque acte de connaissance. Plusieurs couples de projets de sens peuvent être distingués (figure 4 ci-après).

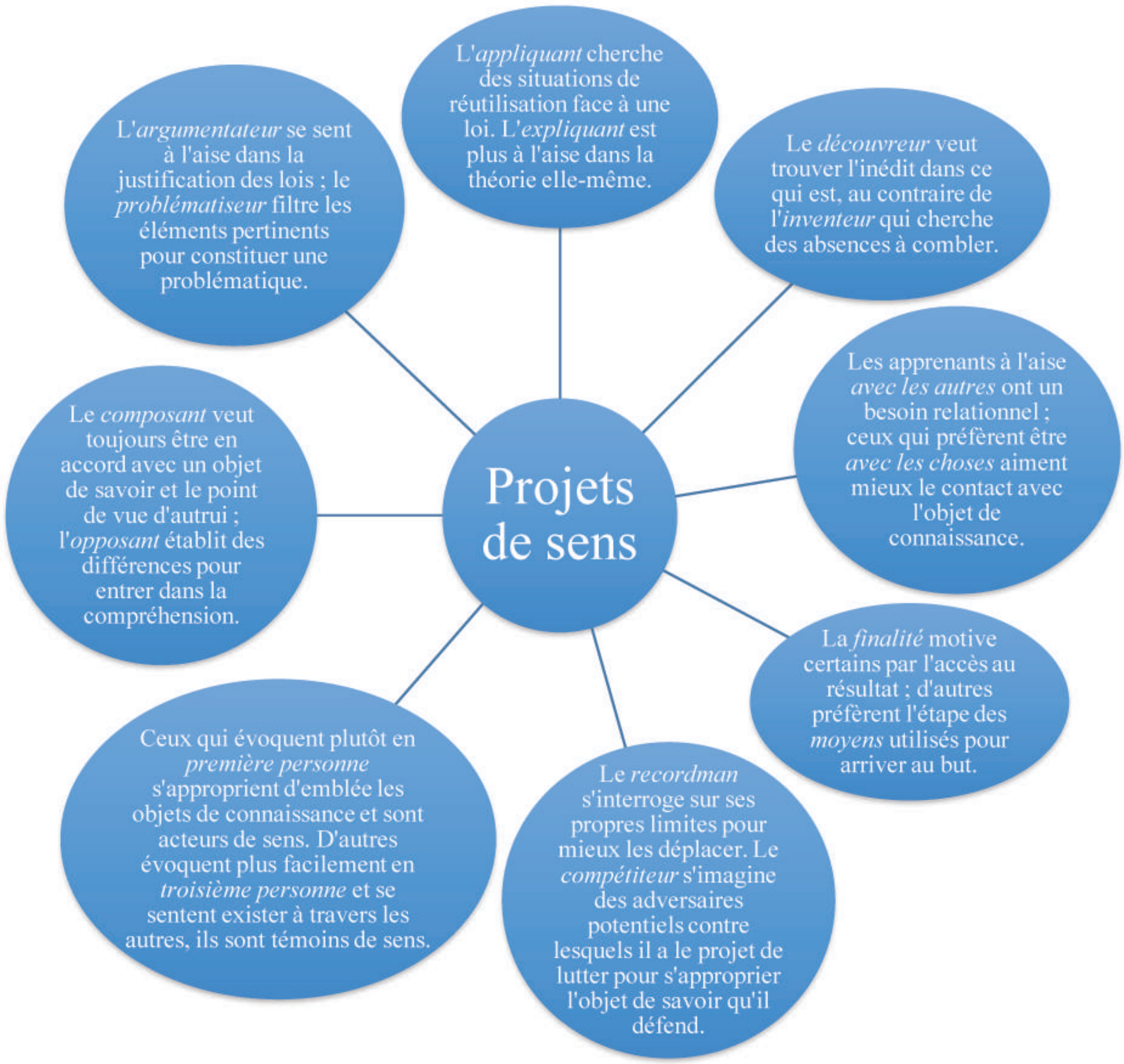


Figure 4 : Différents couples de projets de sens (inspiré de Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.64)

Le moyen privilégié pour découvrir ses propres habitudes mentales (évocations et projets de sens notamment) est la mise en introspection, effectuée le plus souvent par un accompagnateur (de préférence expérimenté), qui réalise un dialogue pédagogique.

- Le *dialogue pédagogique*, un outil privilégié de la gestion mentale.

« Le dialogue pédagogique a pour but de rendre consciente, tant pour l'élève que pour l'enseignant, la réalité mentale qui constitue le domaine de la pédagogie implicite…

> Faire émerger au niveau de la conscience les habitudes évocatives constituera la pierre de base du dialogue pédagogique. » (La Garanderie, 1984, p.102)

Des racines grecques *dia* et *logos* signifiant respectivement « double » et « la parole » ou « le discours », le dialogue pédagogique suppose l'existence d'un lieu d'échange entre deux interlocuteurs tels qu'un enseignant et un apprenant par exemple. Dans ce type d'entretien, il n'y a pas de relation de domination de la part du dialogueur mais une situation d'égalité où chacun peut intervenir librement avec le même pouvoir. Une exigence d'humilité est donc attendue de la part des deux interlocuteurs et notamment du côté du pédagogue : les enseignants n'ont pas l'habitude de se mettre sur un pied d'égalité avec leurs élèves. Ils doivent pourtant se rendre disponibles à ces derniers et admettre que leur rapport au savoir n'est pas absolu, les apprenants pouvant leur apporter beaucoup. Comme le déclarait Socrate au cinquième siècle avant Jésus Christ : « La seule chose que je sais c'est que je ne sais rien. »

Ce philosophe de la Grèce Antique est l'homme du dialogue par excellence. Il pratiquait la maïeutique : comme sa mère faisait accoucher les femmes, lui avait l'art de faire accoucher les esprits. Même si l'égalité des interlocuteurs restait assez théorique, le fait de la postuler s'avérait nécessaire. Pour exercer son art d'accoucheur, « l'arme » utilisée par Socrate était l'ironie. Du grec *eironeîa*, il s'agit d'interroger en feignant l'ignorance. Le philosophe testait donc ses interlocuteurs qui arrivaient pleins de certitudes et leur posait des questions en acceptant de se tromper lui-même. Il les interrogeait pour avancer avec eux. Cette technique permettait aux personnes de se libérer et de se connaître elles-mêmes. Socrate n'entrait pas dans un jeu de séduction qui aurait conduit à la persuasion, il opérait la conviction, c'est-à-dire le fait de vaincre ensemble, avec les autres – ses interlocuteurs – les difficultés rencontrées. Les enseignants qui pratiquent le dialogue pédagogique peuvent s'inspirer de ce « maître de la parole ».

Le dialogue pédagogique implique aussi une logique d'herméneutique, c'est-à-dire d'interprétation, et ce à plusieurs niveaux. Le pédagogue doit d'abord se situer lui-même dans son rapport au savoir, cela signifie qu'il doit connaître son fonctionnement cognitif. Il doit avoir l'intelligence de lui-même, identifier son mode d'être et son mode de connaissance, ce qui requiert l'acte de réflexion. Mais il lui faut aussi, dans un second temps, interpréter l'apprenant grâce à des hypothèses résultant d'une connaissance phénoménologique des actes de connaissance. En dialogue pédagogique, il faut accepter de tâtonner, d'avancer des hypothèses à expérimenter et vérifier. Les sciences humaines ne permettent pas d'expliquer des phénomènes de façon scientifique. Il s'agit plutôt d'entrer dans la compréhension de l'homme où des profils très différents se distinguent. Cette découverte reste assez longue : il faut laisser le temps à l'autre de se raconter et d'entrer en introspection à partir d'une tâche qu'il a effectuée pour qu'il parle enfin de sa façon de connaître ; néanmoins elle n'en est pas moins intéressante car elle permet de comprendre comment l'autre procède sur ses actes de connaissance et ses projets de sens. La difficulté pour l'enseignant est de ne pas projeter son être et son fonctionnement cognitif sur l'autre ni de lui suggérer des réponses : une distanciation s'avère réellement nécessaire. Il doit accepter de jouer contre son pouvoir de connaissance et se mettre dans l'imaginaire d'avenir qu'il va rencontrer l'idiosyncrasie – au sens de la personnalité propre à chaque individu – des élèves qui ont un rapport au savoir différent de lui. Autrement dit, il doit respecter le principe de considération positive à l'égard de l'apprenant.

Le pédagogue doit se penser comme un passage, une étape car sa finalité est le retrait. Il n'est pas omniscient mais en situation de découverte et peut se tromper, ce qu'il faut accepter. Il doit faire preuve de « sollicitude devançante », un concept de la philosophe Dastur qui correspond à initier un mouvement et se retirer – pour que l'apprenant devienne responsable de lui-même. Le pédagogue est au service de l'apprenant mais il ne doit pas se substituer à lui, la liberté face au savoir est importante et chacun peut y arriver par lui-même. « Le but final de la pédagogie n'est-il pas de permettre à l'élève de se sauver tout seul ? » (La Garanderie, 1984, p. 121). Le pédagogue n'est donc que l'occasion d'apprentissages, le passage par la rencontre en soi et le monde. Par là même, le dialogue pédagogique s'inscrit dans une perspective éthique car aucune norme n'est imposée mais il y a une ouverture de l'autre à sa liberté d'être pour accroître son pouvoir-être.

À noter que la gestion mentale n'étant pas une typologie, le dialogue pédagogique ne consiste absolument pas à enfermer un élève dans une catégorie mentale, ce serait même aller à l'encontre des idées de la Garanderie. Dans l'ouvrage consacré à ce sujet, le pédagogue insiste également sur la spécificité pédagogique de ce type de dialogue : il ne s'agit pas de tisser avec l'élève des liens de sympathie, de faire appel à ses ressources morales, de faire intervenir la psychologie, de donner un cours particulier… mais de « se renseigner sur les procédures utilisées pour les assimiler et les ré-exprimer » (La Garanderie, 1984, p. 97).

- Le *profil pédagogique* : « portrait cognitif d'une personne » (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.60-61).

La découverte des procédures mentales d'un individu est la finalité du dialogue pédagogique mené avec lui et amène à proposer son profil pédagogique avec les éléments observés.

> « [Le profil pédagogique] rend compte des structures mentales de projet de sens qui habitent un sujet, et de l'itinéraire mental qu'il se donne pour penser. Il résulte d'une prise de conscience qui fait l'objet d'une recherche introspective et nécessite un dialogue entre le « profilé » et son « profileur » ». (Gaté, Géninet, Giroul, Payen de la Garanderie, 2009, p.60-61)

Un portrait cognitif correspond en quelque sorte aux habitudes mentales prépondérantes qu'utilise couramment un sujet. Il regroupe le cadre et la nature des évocations de ce dernier (autrement dit sa langue pédagogique préférentielle), ses dominantes paramétriques, ses projets de sens coutumiers… autant d'éléments qui permettent de caractériser son fonctionnement mental usuel. En favorisant l'introspection, c'est-à-dire le repérage par les sujets eux-mêmes de leur visée de sens, de leur façon de vivre le sens, le dialogue pédagogique permet d'aboutir à cette découverte de leur style cognitif.

Trois grands types de profils cognitifs peuvent être observés selon les habitudes de sens des sujets. L'homme est avant tout un être de sensations et éprouve les vibrations du sensible. Ainsi, selon que l'atmosphère de sens privilégiée soit plutôt sonore, visuelle ou tactile, kinesthésique, trois portraits phares peuvent être dressés et dans lesquels beaucoup se retrouveront. Néanmoins La Garanderie insiste sur le fait que **la gestion mentale n'est en aucun cas une typologie** : il ne s'agit pas de coller des étiquettes sur les individus, de les enfermer dans des catégories. Dresser le profil pédagogique d'un apprenant a d'autres finalités bien plus importantes et intéressantes qui le servent plutôt qu'elles ne lui portent préjudice. Construire un portrait cognitif permet au sujet concerné de se connaître lui-même pour enrichir ses possibilités d'être. En ayant conscience de ses stratégies mentales personnelles, l'individu fait preuve d'autonomie mentale et rend plus efficace son travail intellectuel, il devient plus performant, favorise la réussite des activités qu'il entreprend. D'autre part, découvrir le portrait mental d'un élève peut aider à faire ressortir ses difficultés et permettre à l'enseignant qui les observe de proposer une remédiation en présentant à l'apprenant ses ressources performantes et en les lui expliquant par exemple. « Dans la logique de la Gestion Mentale, les difficultés de l'apprenant découlent essentiellement de la méconnaissance des moyens dont il fait usage lorsqu'il réussit. » (Chich, Jacquet, Mériaux, Verneyre, 1991, p.49-50)

3.2. Gestion mentale et métacognition

Le regard et l'analyse théoriques portés successivement sur la métacognition et la gestion mentale autorisent à émettre quelques comparaisons entre les deux en observant les éléments qui les différencient et ceux qui peuvent les rapprocher.

> « Si l'on fait le rapprochement [de la métacognition] avec la pensée d'Antoine de la Garanderie, on constate que, chez lui, cette séparation entre cognition et métacognition n'est à aucun moment envisagée. Le fonctionnement cognitif du sujet forme un *tout* ce qui irait dans le sens de la définition de B. Noël (« *la métacognition ne serait qu'un cas particulier de la cognition* »), à ceci près (et la nuance est d'importance) que ce « tout » est pour La Garanderie dynamisé par des structures de projets de sens auxquelles il n'est apparemment pas fait allusion dans les recherches en question. » (Gaté, 2012, p. 40)

Bien que dans sa définition d'origine, Flavell marque la différence entre cognition et métacognition, les évolutions apportées par d'autres chercheurs à ce sujet tendraient à estomper cette distinction, rapprochant ainsi la métacognition de la pédagogie de la Garanderie. Gaté tient néanmoins à souligner la dimension supplémentaire de cette dernière, sa valeur ajoutée qui consiste en l'importance accordée au sens : projets de sens, sens des connaissances, sens des apprentissages…

La deuxième partie de ce chapitre conférait à la métacognition le rôle d'effectuer des opérations mentales sur d'autres opérations mentales, c'est-à-dire de juger des actions mentales envisagées puis de les ajuster à l'objectif de l'activité en cours dans le but d'améliorer sa performance. Bien que tous les chercheurs ne soient pas d'accord sur cette idée, il est possible d'ajouter que ces processus sont conscients : l'élève doit réfléchir aux opérations mentales qu'il met en place et il apparait logique qu'il en soit conscient pour agir dessus ensuite, leur adaptation à la tâche à effectuer n'étant pas le fruit du hasard.

La mise en lien de ce concept avec la pédagogie de la Garanderie est assez évidente car il s'agit là aussi pour l'apprenant de prendre conscience de son fonctionnement mental pour progresser vers la réussite. La gestion mentale ne classifie pas les connaissances de l'individu en plusieurs catégories et ne prétend pas les gérer : elle préfère apprendre à l'élève à effectuer « les actes de connaissance », c'est-à-dire les gestes de la conscience qui servent à atteindre le sens du savoir – être attentif, mémoriser, comprendre, réfléchir, imaginer de manière créative – et permettent de traiter toutes les activités, quelle que soit la discipline concernée et de manière plus universelle. Les activités sont plus ou moins complexes selon la nécessité d'utiliser un ou plusieurs actes de connaissance mais elles sont toutes sous-tendues par un élément de base de cette pédagogie : la présence d'un projet de sens. L'apprenant qui veut mémoriser ses tables de multiplication par exemple va se mettre en projet de restituer plus tard ses tables sur lesquelles il est attentif maintenant, de plus il va utiliser ses projets de sens personnels pour les évoquer de la manière la plus riche possible et se donner des indices sur la situation présente en vue du moment où il faudra les réinvestir. Cette dimension « pluri-sensorielle » dont fait preuve la pédagogie des gestes mentaux donne toute sa particularité à cette dernière.

Les travaux de la Garanderie pourraient presque être considérés comme un prolongement du concept de métacognition, à moins que ce ne soit la métacognition qui constitue un tremplin, un point de départ de la gestion mentale. Pour mieux comprendre la réussite en résolution de problème arithmétique qui nous incombe en l'occurrence, ce concept important de la psychologie cognitive avance des éléments concernant les procédures d'apprentissage, détermine des stratégies efficaces, rend compte de connaissances métacognitives adaptées. Quant à la gestion mentale, elle pourrait se voir offrir la double attribution de *pédagogie* (des gestes mentaux) puisqu'elle prend en compte le fonctionnement mental des apprenants, respecte leur manière d'apprendre, et de *didactique* (des actes de connaissance) lorsqu'elle insiste sur les projets de sens des actes de connaissance et les détaille pour les enseigner.

Gaté résume cette idée de lien entre métacognition et gestion mentale de manière très pertinente par les propos suivants :

> « Le concept de métacognition présente donc l'intérêt d'ouvrir la voie à une certaine forme de réflexivité dans et sur les activités d'apprentissage. Cette invitation au métalangage à propos de son fonctionnement cognitif se retrouve dans le dialogue pédagogique avec le souci d'offrir à l'apprenant l'opportunité d'une intelligibilité de son activité mentale. On peut y voir une condition essentielle de l'accès au sens de l'apprentissage. On remarque que cette dimension d'accès au sens est relativement absente des recherches convoquées. Si l'on en juge la typologie des différentes modalités d'intervention de la métacognition que proposent Noël, Romainville et Wolf[15], il est curieux de constater qu'à aucun moment n'est interrogé le vécu de sens que sous-tend le fonctionnement mental qui se déploie en situation d'apprentissage. […] Il y a là un niveau possible d'enrichissement du concept par la prise en compte de cette dimension. » (2012, p. 41-42)

---

[15] B. NOEL, M. ROMAINVILLE, J.-L. WOLFS. « La métacognition : facettes et pertinence du concept en éducation. » *Revue française de pédagogie*, n° 112, juillet-août-septembre 1995, p. 47-56.

À l'appui de cette assertion il est possible de faire référence aux travaux sur la prise de notes (cités dans l'article de Noël, Romainville et Wolf) dans lesquels les étudiants se montrent très précis sur leurs connaissances et leurs stratégies métacognitives. Il y a là une véritable conceptualisation métacognitive mais qu'en est-il du sens de leur fonctionnement mental auquel s'intéresse particulièrement la gestion mentale ? La question mériterait d'être creusée davantage.

3.3. Gestion mentale, didactique des mathématiques et résolution de problèmes

« Le plus gros obstacle à la réussite en mathématiques est l'insuffisance de l'activité mentale. » (Géninet, 1993, p.39) Par l'expression d'activité mentale, le professeur de mathématiques pense d'abord à l'évocation (en l'occurrence mathématique) à laquelle elle accorde une importance particulière car c'est elle qui « conditionne la qualité de l'attention » (p.40) et de façon plus générale, qui permet de traiter les informations reçues en perceptions. La Garanderie distingue trois étapes de l'itinéraire mental :

- La première correspond à la saisie des informations grâce aux perceptions qui entourent les apprenants : lorsque l'enseignant explique une notion, ces derniers l'entendent, le voient ainsi que ce qu'il y a sur le tableau, captent des mouvements… Leurs sens sont en éveils et leur permettent de recueillir divers éléments et indications.

- Vient ensuite l'étape du traitement des informations dans laquelle les élèves doivent traduire en évocations ce qu'ils ont perçu auparavant ; pour le dire autrement, il s'agit ici de faire exister mentalement les perceptions en les transformant en images mentales, et de leur donner un sens en les dirigeant en vue de l'objectif donné.

- La dernière étape vise à faire atteindre aux apprenants l'objectif qui était fixé : ceux-ci répondent à une question, résolvent un exercice… restituant leurs évocations dans le domaine d'évocation qui leur est demandé (c'est-à-dire dans une certaine langue pédagogique).

Il parait ainsi essentiel de stimuler les évocations des élèves. Au centre de l'activité mentale qui est déterminée par un projet, ce sont les évocations qui rendent possible tout acte de connaissance et même toute action visant à réaliser un projet. Chacun a un domaine d'évocation privilégié dans lequel il est plus à l'aise, il faut réussir à le déterminer et à traduire ses perceptions dans sa « langue maternelle pédagogique », c'est-à-dire dans son domaine d'évocation privilégié. Les images mentales y sont alors traitées par le biais de gestes mentaux pour réaliser des objectifs prévus, avant d'être restituées pour donner la solution attendue, parfois dans une autre langue pédagogique.

> « L'élève scolairement brillant [...] est souvent celui qui a des évocations mixtes. Il manifeste également une très grande mobilité mentale couvrant, si nécessaire tous les paramètres (même s'il a développé plutôt l'un que l'autre). Mais surtout, ce qui fait sa force, c'est cette capacité d'anticipation constante de l'avenir : cette mise en projet permanente qui fait qu'il se donne tous les moyens mentaux nécessaires. » (Géninet, 1993, p. 44)

Pour la gestion mentale, le *projet* est différent de *l'objectif* – au même titre qu'en psychologie le terme de performance a une signification distincte de celui de réussite. Ainsi, le *projet* est une volonté *personnelle* et implique une stratégie mentale préalable (qui n'est pas nécessairement consciente) pour atteindre un *objectif*. Ce dernier est extérieur à la personne, il est fixé par un tiers et constitue un but à atteindre qui est évaluable et vérifiable objectivement (Géninet, 1993, p. 52). Outre l'importance à accorder aux évocations mathématiques, la mise en projet est elle aussi indispensable pour améliorer toujours davantage sa réussite, en mathématiques. « Cette capacité à se mettre en projet est le fait des bons élèves [...] mais elle peut être acquise par tous, il nous faut l'affirmer très fort. » (Géninet, 1993, p. 52)

Ce professeur de mathématiques note qu'à l'occasion d'une même activité, les élèves peuvent avoir des projets très différents. Pour résoudre un problème par exemple, certains vont avoir le projet de faire une opération ou un dessin, d'autres d'appliquer des formules, de réciter des propriétés, d'expliquer leurs stratégies... Des projets sont plus efficaces que d'autres mais la mise en projet se travaille, l'essentiel est qu'elle soit présente.

> « La réussite en mathématiques dépend de la capacité de l'élève à se mettre en projet, à se créer un imaginaire d'avenir positif, ouvert, le plus large possible – condition d'adaptabilité aux activités qui lui seront proposées. De même que nous avons à susciter chez nos élèves la prise de conscience de leurs évocations, il nous faut aussi leur faire découvrir leur projet spontané dans des situations précises. [...] Quand ils auront découvert ce projet, ils seront prêts à essayer de s'en donner d'autres. Le rôle du professeur de mathématiques sera alors, dans une véritable pédagogie du projet, de les entraîner à se créer tous ces imaginaires d'avenir, à anticiper sur les utilisations possibles d'une nouvelle notion, d'un nouvel exercice, d'une nouvelle technique opératoire. » (Géninet, 1993, p. 53)

La mise en œuvre des gestes mentaux est enfin rendue possible grâce aux projets et aux évocations. Ces outils sont des chemins d'accès à la connaissance et leur utilisation – seule ou combinée – permet de répondre à de nombreux objectifs. L'activité de résolution de problèmes par exemple est assez complexe puisque ses différentes étapes n'utilisent pas un seul mais plusieurs actes de connaissances qu'il faut donc être capable de maîtriser.

D'abord, la traduction du problème appelle le *geste d'attention* pour évoquer l'énoncé du problème. En fonction de leur profil pédagogique, les élèves se créent leur propre image mentale du problème dans leur atmosphère de sens privilégiée, avec leurs évocations, dans le but de préparer l'étape suivante de la résolution.

L'intégration du problème implique ensuite le *geste de compréhension* pour saisir pleinement le sens de l'énoncé. Il s'agit pour les apprenants de confronter des évoqués d'attention (c'est-à-dire les évocations qu'ils se font du problème mathématique qu'ils doivent résoudre) et des évoqués mémorisés (autrement dit des connaissances acquises auparavant, au cours de précédentes résolutions de problèmes par exemple) pour en tirer une signification, dégager des intuitions de sens, accéder au sens du problème, à son intelligibilité. L'incompréhension d'un problème inhibe totalement le processus de résolution qui s'arrête dès cette étape. L'élève se voit alors bloqué, et selon la dynamique dans laquelle il se trouve soit il décide d'abandonner, se sentant en échec, soit il veut faire face et cherche à tout prix à produire un résultat en inventant des calculs dépourvus de sens avec les données qu'il trouve dans l'énoncé. Cette étape de compréhension est donc cruciale pour la résolution du problème et pourrait même constituer une hypothèse quant à la compréhension de la réussite dans cette activité en mathématiques.

L'anticipation et la planification des actions qui devront être entreprises après nécessitent un recours à *la réflexion*. Cet acte de connaissance correspond au projet de spécifier le sens du problème évoqué en allant chercher dans sa bibliothèque mentale, parmi les outils mémorisés, ceux qui pourraient renforcer la compréhension du problème et de là, permettre de prévoir les opérations à effectuer, leur chronologie… Les élèves devront également faire preuve d'une certaine *imagination créatrice* à cette étape pour prendre des initiatives face au problème et aux connaissances à mobiliser. En anticipant et planifiant les phases de résolution opératoires, se cache une certaine recherche de l'inédit.

Enfin, l'exécution des calculs amène au résultat final : les opérations sont effectuées et donnent la solution. Force est de constater que beaucoup d'apprenants foncent tête baissée sur des calculs dès qu'ils ont sous les yeux un problème mathématique à résoudre : pour eux « faire un problème » revient à « faire un calcul » alors qu'il ne s'agit en réalité que de la dernière étape de résolution. Les précédentes constituent un travail préparatoire mais nécessaire qu'il ne faut en aucun cas escamoter puisqu'elles étayent le sens du problème, l'enrichissent et cherchent à le comprendre.

4. Questions de recherche

Le manque de travaux étudiant la réussite des élèves en mathématiques a rapidement engendré un certain questionnement de type compréhensif. D'un positionnement didactique visant à mieux cerner la discipline des mathématiques et plus particulièrement la résolution de problèmes au sein de celle-ci, la psychologique cognitive s'est imposée de par le concept de métacognition. Apprendre s'apprend et chaque individu peut agir sur ses connaissances et ses stratégies en prenant conscience de ces dernières : ce processus psychologique, en s'intéressant à l'élève (quand la didactique a plutôt pour cible l'objet de connaissance), a marqué une première étape du cheminement mais un vide subsistait car le sens des objets de connaissances n'était nullement pris en compte. Dans les travaux d'Antoine de la Garanderie, au premier abord assez proches du concept de métacognition, figure cette dimension supplémentaire accordée au sens et qui détient une importance particulière et même essentielle. La question de recherche qui est née à l'issue du premier chapitre interrogeait ainsi l'apport de la gestion mentale dans la compréhension de la réussite en mathématiques. L'enrichissement conceptuel du chapitre actuel confirme cette problématique et la précise davantage :

En quoi l'articulation de la métacognition et de la pédagogie des gestes mentaux apporte-t-elle une meilleure compréhension du phénomène de réussite en mathématiques dans l'activité de résolution de problèmes plus particulièrement, auprès d'élèves de CM2 ?

Afin de mieux comprendre comment les apprenants réussissent à résoudre des problèmes mathématiques, plusieurs questions de recherche peuvent se poser :

- ✓ De quelles **connaissances métacognitives** les apprenants semblent-ils détenteurs à propos des personnes, de la tâche et des stratégies lorsqu'ils sont confrontés à une activité de résolution de problème en mathématiques ?

- ✓ Comment les élèves organisent-ils la résolution de problèmes arithmétiques d'application ? C'est-à-dire comment mettent-ils en œuvre l'habileté métacognitive de **planification** pour résoudre des problèmes donnés ?

- ✓ Par quels moyens les apprenants s'y prennent-ils pour vérifier le bon déroulement de leurs procédures de résolution et l'efficacité des connaissances et stratégies choisies ? Autrement dit, comment effectuent-ils l'habileté métacognitive de **contrôle** ?

- ✓ Quels éléments permettent aux élèves d'adapter leur mode de résolution ? Comment effectuent-ils une **régulation** de leur travail ?

- ✓ Les représentations mentales que se font les apprenants des problèmes qui leur sont donnés peuvent-elles être identifiées et selon quelles modalités ? Autrement dit, quelles sont leurs **évocations** ?

- ✓ Des **projets de sens** sont-ils mobilisés et, dans l'affirmative, quelle en est leur compréhension ? Sont-ils en adéquation avec le fonctionnement mental de l'élève et les problèmes présentés ?

- ✓ Quelle importance est accordée aux **actes de connaissance** ? Les apprenants effectuent-ils les gestes mentaux qui leur correspondent au cours des différentes étapes de résolution de problème en mathématiques, et si oui, comment les utilisent-ils ?

Chapitre 3 : Méthodologie

Pour répondre à la problématique établie au premier chapitre, un corpus théorique a été constitué et a permis d’établir des questions de recherche auxquelles il s’agit maintenant d’apporter des éléments de réponse. Ce troisième chapitre s’attache à présenter en détail les aspects méthodologiques du travail en quatre étapes. Après avoir défini le type de recherche envisagé, la pré-enquête décrite constitue un tremplin, un point d’appui pour la démarche expliquée ensuite. Le dernier point méthodologique abordé est le traitement des données envisagé pour analyser avec pertinence les éléments recueillis, la finalité du travail étant d’amener des réponses à la problématique.

1. Orientations de la recherche

Avant de s’engager dans le détail de la recherche, il est important de situer cette dernière dans le cadre méthodologique dans lequel elle s’oriente et d’étayer les choix effectués. À une échelle méthodologique large, les travaux s’inscrivent dans une approche qualitative et phénoménologique. Parmi ce type de recherche, l’étude est plutôt clinique et compréhensive. L’étude de cas – qui peut être associée à la recherche qualitative – est également une option méthodologique très intéressante qui s’ajuste de manière précise à la présente recherche. L’entrevue, l’observation et l’usage de matériels écrits divers – tous les trois mobilisés par le chercheur – sont les modes de collecte de données les plus fréquents dans une approche qualitative (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p. 132) mais l’entretien – et plus particulièrement le dialogue pédagogique – est ici l’outil privilégié sur lequel s’appuie la thèse.

1.1. Approche qualitative et recherche phénoménologique

Partir à la recherche de la connaissance du phénomène performant révélé par certains élèves de CM2 en mathématiques – en résolution de problèmes plus particulièrement – consiste à étayer la réussite observée dans le quotidien de la classe pour mieux la comprendre, en d’autres termes il s’agit de qualifier cette réussite pour en saisir davantage les subtilités. Le chercheur ne souhaite pas comptabiliser les apprenants qui ont des résultats remarquables, il ne vise pas non plus l'élaboration de statistiques ou la généralisation à grande échelle de la proportion d'élèves qui réussissent en mathématiques. En cherchant à éclairer la compréhension d'un phénomène, l'approche est plutôt qualitative. Les travaux de Savoie-Zajc sur le sujet vont dans ce sens :

> « La recherche relevant de la démarche qualitative/interprétative se situe au cœur même de la vie quotidienne et cherche à mieux la comprendre pour ensuite agir sur elle. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.125)
> « Ce courant est animé du désir de comprendre le sens de la réalité des individus ; il adopte une perspective systémique, interactive, alors que la recherche se déroule dans le milieu naturel des personnes. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.125)

Il y a une trentaine d'années cette entrée était assez mal vue et accusée d'un prétendu manque de rigueur, en comparaison avec l'approche quantitative dont l'appui sur des données chiffrées lui conférait un statut d'authenticité et de vérité presque indiscutable. Néanmoins, l'étude d'un phénomène de manière qualitative, à condition que certains critères scientifiques soient respectés – « validité, fiabilité, généralisabilité, transparence » (Paquay, Crahay, De Ketele, 2006, p.21) – peut être tout à fait recevable. Aujourd'hui ces « querelles méthodologiques » sont moins d'actualité et les deux entrées sont légitimes tant qu'elles sont solidement construites et réfléchies ; elles ont des fonctions et des finalités différentes, chacune a ses avantages et ses inconvénients et il n'y a donc pas lieu de les comparer.

Un élément essentiel de l'approche qualitative – outre les conditions scientifiques à respecter décrites par Paquay – est la relation qu'entretient le chercheur avec les sujets auxquels il s'intéresse. Il est très important qu'il développe une certaine empathie à l'égard de ces derniers et aille jusqu'à se mettre à leur place.

> « D'après Herman en 1983, l'idéal méthodologique consisterait à pénétrer la pensée de l'autre afin de la comprendre de l'intérieur. » (Paquay, Crahay, De Ketele, 2006, p.41)

En voulant questionner la réussite des élèves, l'investigateur cherche bien à les comprendre de l'intérieur, à saisir les raisons, les facteurs de la performance observée.

Cette quête de compréhension amène à faire le lien avec la phénoménologie à laquelle « l'approche qualitative doit beaucoup » explique Boutin. Ce dernier la décrit ainsi :

> « Etablie par Husserl (1859-1938), la phénoménologie veut saisir la logique des phénomènes subjectifs. […] Elle représente un effort pour prendre les choses telles qu'elles se présentent à la conscience. Elle décrit le psychisme humain comme étant d'emblée « en rapport au monde ». Il convient, pour reprendre l'expression bien connue d'Husserl, « de retourner aux choses même telles qu'elles se manifestent à la conscience de la personne. » » (Boutin, 2011, p.14 et 15)

Les idées de « rapport au monde », « manifestation d'objets à la conscience » ne sont pas inconnues de cette recherche. Comme l'a montré le chapitre théorique, La Garanderie s'est lui aussi largement appuyé sur la phénoménologie et la gestion mentale lui doit donc beaucoup également. Cette entrée commune donne à l'étude présente une légitimité supplémentaire en faveur de l'utilisation de l'approche qualitative.

Plusieurs outils méthodologiques complémentaires les uns des autres sont proposés dans ce type d'approche. L'observation est utilisée assez fréquemment, selon différentes postures du chercheur. L'idéal est que ce dernier l'effectue non au regard d'une grille d'observation qui l'enferme quelque peu dans les « cases » de la grille, mais au cours d'activités auxquelles il peut participer lui-même et qui lui permettent de relever différents éléments pouvant servir sa recherche. Pendant des séances, un enseignant – par définition acteur dans sa classe – peut effectuer des observations sur le comportement de ses élèves qui réussissent par exemple, remarquer ceux qui sont les plus rapides pour répondre (correctement) à des exercices, constater que certains participent plus que d'autres…

> « [Pour Chapoulie (1984), l'observation] implique l'activité d'un chercheur qui observe personnellement et de manière prolongée des situations et des comportements auxquels il s'intéresse, sans être réduit à ne connaître ceux-ci que par le biais des catégories utilisées par ceux qui vivent ces situations. » (Jaccoud, Mayer, 1997, p.212)

Le recours au matériel écrit est un autre moyen de collecter des données lors d'une recherche de type qualitatif. Alors que les paroles et les attitudes « s'envolent », les écrits restent. Les premières peuvent être analysées par le chercheur de manières diverses et retranscrites sur le papier de bien des façons, les écrits sont le fruit du travail des apprenants, l'analyse de ce qui est peut différer d'un enseignant à l'autre mais il reste une constante écrite avec la production de base quelle qu'elle soit (dessin, texte, opération…). Les cahiers des élèves sont un exemple de ce « matériel écrit » et peuvent permettre de recueillir quelques informations sur la réussite de leurs auteurs.

> « Les productions écrites et graphiques fournissent des matériaux extrêmement riches et précieux pour la recherche en éducation. Elles permettent à l'enseignant d'allier activités de classe et compréhension de l'évolution du processus d'apprentissage, de la résolution de problème ou de la représentation d'élève à propos d'une certaine problématique ou de l'acquisition de certaines valeurs. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.136)

Enfin, l'entretien – aussi appelé entrevue – permet de recueillir un certain nombre d'informations susceptibles de servir la recherche. Il peut prendre plusieurs formes (non dirigé, semi-dirigé ou dirigé), rassembler un nombre d'interlocuteurs varié (tant au niveau des interviewers que des interviewés), voire se dérouler avec des modes différents (rencontre réelle ou par téléphone par exemple). – Le dialogue pédagogique est une forme d'entretien par exemple. – Savoie-Zajc donne sa définition « générale » de cet outil méthodologique :

> « [Une entrevue est] une interaction verbale entre des personnes qui s'engagent volontairement dans pareille relation afin de partager un savoir d'expertise, et ce, pour mieux dégager conjointement une compréhension d'un phénomène d'intérêt pour les personnes en présence. (Savoie-Zajc, 2009, p.339)

De plus, l'entretien donne au chercheur un rôle d'acteur dans sa propre recherche, il se situe au plus près des données qu'il cherche à récolter et y a un accès direct lui permettant d'obtenir certains éléments supplémentaires dont il ne pourrait disposer autrement.

> « Le contact direct avec l'enfant, inhérent à l'entretien, constituerait une des voies les plus productives de la recherche pour saisir les pensées et émotions de ce dernier à l'égard de lui-même et de son environnement. » (Boutin, 2011, p.83)

En étant à la fois acteur et au plus près de son interlocuteur, le chercheur habite sa recherche et ce n'est pas anodin. « La caractéristique essentielle des techniques qualitatives de recueil de données vient du fait qu'elles font corps avec le chercheur. » (Mucchielli, 1991, p.47) De ce fait, le chercheur doit d'autant plus soigner sa situation sur le terrain et se faire accepter sans qu'aucune relation de supériorité ne puisse s'installer dans un sens ou dans l'autre.

Parmi les recherches qualitatives et phénoménologiques, l'idée conductrice de la présente thèse reste celle de la compréhension d'un phénomène – en l'occurrence celui de la réussite en mathématiques de certains apprenants.

1.2. Démarche compréhensive

En cherchant à saisir la performance étonnante de certains élèves en résolution de problèmes mathématiques, l'intitulé de ce travail marque d'emblée son caractère compréhensif. Ce type de démarche n'est pas isolé puisque « depuis les années 80, on s'attache de plus en plus à comprendre des processus complexes et dynamiques dans des contextes sociaux ordinaires » (Paquay, Crahay, De Ketele, 2006, p.14) et ce, notamment au niveau des sciences de l'éducation dont « la visée première [des recherches en la matière] est de produire ou de valider des modèles d'intelligibilité de la réalité » (Paquay, Crahay, De Ketele, 2006, p.17).

Comme son nom le suggère, la démarche compréhensive vise à étayer le sens d'un phénomène observé. « Le paradigme compréhensif utilise une attitude qui s'efforce d'expliciter le sens que la réalité présente pour les personnes dans leurs expériences quotidiennes. » (Paillé, 2006, p.185) La notion de sens revêt une importance capitale puisqu'il s'agit d'aller au cœur d'une réalité ou d'un phénomène pour en renforcer la connaissance et par là-même accéder au sens, c'est-à-dire à la compréhension recherchée. En définissant clairement les gestes mentaux parmi lesquels celui de compréhension, la gestion mentale permet de saisir plus subtilement et en profondeur la portée d'une démarche de ce type.

L'entretien est souvent utilisé avec une visée compréhensive. En interrogeant un individu, le chercheur cherche souvent à comprendre un ou des éléments qui l'étonnent. Comme un sociologue pourrait s'intéresser à la compréhension d'un certain mode de vie, un chercheur en sciences de l'éducation peut viser la compréhension d'une réussite, d'une méthodologie, d'un échec ou de toute autre idée qui le questionne par le biais d'un entretien.

> « L'entretien de type qualitatif [...] est d'abord axé sur la collecte des données, non pas dans le but de guérir, d'aider ou de généraliser des résultats, mais plutôt de mieux comprendre et interpréter la façon dont les personnes, dans un environnement social particulier, construisent le monde qui les entoure. » (Boutin, 2011, p.3)

En gestion mentale, le dialogue pédagogique permet aux deux interlocuteurs de découvrir le fonctionnement mental de l'élève interrogé. Cette découverte est avant tout au service de ce dernier puisque l'entretien lui permet de comprendre son fonctionnement et ses habitudes mentales dans le but qu'il se mette en projet de les réutiliser dans des situations ultérieures. Néanmoins les éléments observés sont utiles à l'enseignant également puisque, renseigné sur l'activité mentale de l'apprenant, il est mieux à même de le comprendre et de l'aider de manière efficace.

> « L'entretien connait ses meilleurs moments quand l'interviewer et l'interviewé sont tous les deux parties prenantes du phénomène soumis à l'exploration. Quand tous les deux souhaitent véritablement comprendre. » (Weber, 1986, p.66)

En apprenant chacun des éléments apportés par l'autre, ce type d'échange est non seulement constructif mais surtout intéressant et profitable pour les deux « partis » en présence. Ces pratiques d'entretien sont aussi celles de l'approche clinique.

1.3. Approche clinique

De par l'emprunt que fait l'approche qualitative à l'approche clinique au niveau de l'entretien, cette dernière occupe une place méthodologique importante dont l'intérêt se révèlera notamment au niveau du traitement et de l'analyse des résultats de la recherche. Il reste néanmoins à étayer ce lien entre la clinique et la compréhension d'un phénomène en sciences de l'éducation de manière probante.

En quelques mots, « la clinique [en sciences sociales] se caractérise par la place faite au sujet […] au sein d'une relation. » (Barus-Michel, 1999, p. 6) Elle vise la compréhension de certains comportements et traits de caractère notamment à propos d'un individu qui pose question et l'entretien constitue une méthode très souvent utilisée pour obtenir des réponses. A propos des origines de la démarche clinique et de cette méthodologie, un chercheur explique :

> « Les entretiens cliniques réalisés dans un objectif premier de recherche sont destinés à mettre en mots et comprendre une expérience vécue. Ils incitent pour cela à un dialogue cognitif et réflexif. » (Lani-Bayle, 2007, p. 18)

Dans un cadre clinique, les entretiens donnent la parole à un individu pour qu'il explique certaines attitudes éventuellement « pathologiques ». En utilisant ce type d'échange dans la recherche et de manière plus générale dans des domaines qui ne relèvent pas de la médecine, autrement dit en s'inspirant d'une démarche clinique, le chercheur peut accéder à la compréhension de certains phénomènes issus de champs théoriques divers. Comment cela est-il possible dans le cas d'une recherche pédagogique (c'est-à-dire d'une recherche en éducation) ?

> « Peut-on mêler à l'éducation quelque chose qui relèverait de la « clinique » […] dans le cadre d'une recherche compréhensive qui, en dehors de toute forme de prescription, vise à se mettre à l'écoute du sujet, à prendre acte de ce qu'il est, à reconnaître son irréductible singularité, à donner sens à ses conduites par une élucidation méthodique de son histoire ? » (Gaté, 2007, p. 130)

L'interrogation de Gaté est valable pour la recherche présente qui vise à mieux comprendre la réussite en mathématiques dont font preuve certains élèves. Comment un entretien de type clinique peut-il permettre d'atteindre un tel objectif sans que le chercheur ne s'autorise quelques conseils et reste dans une situation d'écoute et de relance exclusives ?

Gaté a beaucoup questionné l'apprentissage et la maîtrise du lire-écrire à travers le prisme de la gestion mentale et, au regard de ses travaux, il montre le lien qui peut être établi entre les actions pédagogiques de La Garanderie et l'approche clinique.

> « Les dialogues pédagogiques entretiennent avec la démarche clinique une certaine forme de proximité. Deux caractéristiques nous paraissent déterminantes. La première est que ces dialogues reposent sur une dynamique de la connaissance et de l'action […], la seconde réfère à l'enracinement phénoménologique de notre démarche, ce qui met en exergue un autre type de rapprochement avec l'approche clinique, pour autant que celle-ci est également soucieuse du dévoilement d'un sens en prenant pour base l'analyse du vécu. » (Gaté, 2007, p.132)

Par la quête de connaissance et de compréhension du fonctionnement mental d'un interviewé (ou au moins de certains aspects) à partir d'une tâche précise et définie en amont, le dialogue pédagogique s'approche relativement près de l'entretien clinique pour autant que ce dernier « vise à saisir le sens des conduites humaines en référence à un vécu particulier. » (Gaté, 2007, p.133) Le rapprochement avec les travaux d'Husserl a été plusieurs fois mentionné tant il doit être souligné et Gaté ne manque pas de détailler ce lien.

> « La Garanderie se réclame explicitement de la phénoménologie […] or, ce courant de pensée est aussi l'une des sources d'inspiration de la méthode clinique pour autant que celle-ci cherche à appréhender « la personne totale en situation », c'est-à-dire sous l'angle de l'expérience vécue de son rapport au monde (Prévost, 1991). (Gaté, 2007, p.134)

Dans une démarche clinique, le chercheur prend en compte son interlocuteur dans son intégralité, sans chercher à extraire ou à isoler certains aspects de personnalité par exemple et c'est en ce sens qu'elle est comparable à la phénoménologie, le sujet est intéressant et tout son bagage mental et culturel avec lui.

Une relation étroite et plus précise que celles définies précédemment peut encore être expliquée entre la clinique et l'outil-phare de la gestion mentale.

> « [Le dialogue pédagogique] est une posture d'aide, au sens clinique du terme : est pris en compte le rapport singulier que le sujet entretient avec une situation-problème, au travers d'une relation personnelle nouée avec lui, où la parole est accueillie pour elle-même, en dehors de tout jugement moral, de toute évaluation normative, mais pour autant qu'elle est significative de ce rapport à la tâche prescrite ou à l'objet à connaître. » (Gaté, 2007, p.135)

Les caractéristiques du dialogue pédagogique – qui seront évoquées plus loin dans ce chapitre et dont quelques-unes sont rappelées ici par Gaté – rappellent de près certains aspects de la démarche clinique et en valident l'inscription dans une approche non seulement qualitative mais également clinique. Sans travailler avec la gestion mentale, Perraudeau s'est intéressé (entre autres) à un type d'entretien individuel mené avec des apprenants à propos de problèmes mathématiques et obtient des conclusions semblables.

> « La conduite d'une verbalisation de type cognitif peut être qualifiée de clinique, dans sa forme, puisqu'elle renvoie à une pratique de verbalisation individualisée qui vise à comprendre les procédés de l'écolier. » (Perraudeau, 2007, p.180)

Plusieurs auteurs ont montré que loin d'être incompatible, la conduite d'entretiens de type qualitatifs et de dialogues pédagogiques plus particulièrement pouvait s'inscrire à juste titre dans une approche clinique. C'est également un mode de recueil de données qui peut être utilisé dans les études de cas.

1.4. Étude de cas multiples et ethnographique

De par les caractéristiques présentées précédemment, le travail peut s'inscrire dans des approches qualitative et phénoménologique, clinique et compréhensive, il emploie également une approche par étude de cas multiples. Cette dernière n'est pas en opposition avec les autres, elle n'entre pas dans la dialectique « qualitatif-quantitatif » mais utilise des particularités de chacune selon les besoins de la recherche et fait de la variété des données une richesse qui lui permet d'asseoir avec d'autant plus de stabilité les résultats obtenus. Dans la présente étude, le chercheur s'intéresse à plusieurs élèves en dernière année d'école primaire qui témoignent d'une réussite certaine en mathématiques, or par définition, l'étude de cas répond parfaitement à cette démarche.

> « [L'étude de cas] semble très pertinente dans les recherches en éducation, puisqu'elle permet, entre autres, de choisir des cas particuliers dans lesquels les interactions étudiées sont susceptibles de se manifester. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.230)

S'intéresser à des cas particuliers de manière individuelle lors d'une recherche est parfois un choix plus judicieux que de se fier à un groupe, à un ensemble d'individus observé dans leur globalité, selon la thématique abordée et l'objectif recherché. C'est ce qu'écrivent Karsenti et Savoie-Zajc en évoquant le bénéfice de cette méthode de recherche :

> « [Le chercheur] peut tirer plus facilement profit de l'étude de cas dans la construction d'une théorie nouvelle, dans l'observation d'un phénomène ou dans la découverte de nouveaux faits. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.230)

Lorsqu'il interroge les élèves en dialogues pédagogiques, le chercheur est animé de la volonté de mieux comprendre comment ces derniers procèdent dans leur tête pour atteindre leur niveau de réussite. Une fois les entretiens effectués, il s'agit d'étudier chaque cas le plus précisément possible pour repérer les caractéristiques principales des différents fonctionnements mentaux en présence, de les confronter aux autres et de les comparer entre eux pour en dégager des points de convergences. Ces perspectives rejoignent de près celles de Karsenti & Savoie-Zajc, Yin et Stake – dont les positions diffèrent sur certains points mais se rejoignent ou son complémentaires sur d'autres – concernant l'étude de cas :

> « L'étude de cas permet d'effectuer, selon l'intention du chercheur et les objectifs de recherche, une analyse approfondie d'un cas particulier ou une généralisation issue de l'observation d'un ou plusieurs cas. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.231)
> « Pour Yin (1984), le recours à l'étude de cas simple ou multiple est opportun si le chercheur s'intéresse au comment et au pourquoi des phénomènes qui se produisent dans un contexte particulier, notamment si les évènements étudiés ou observés échappent entièrement ou dans une certaine mesure à l'emprise du chercheur. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.240)
> « Pour Stake (1995), le but de l'étude de cas peut être à la fois de mettre en évidence les ressemblances et les particularités des cas étudiés. » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.249)

Au sein de cette méthode, plusieurs types d'études de cas peuvent être distingués selon l'objectif visé dans la recherche. Étant donné la problématique selon laquelle il s'agit de mieux comprendre la réussite en mathématiques – et en résolution de problème arithmétique d'application en l'occurrence – d'élèves en dernière année d'école primaire, le choix du chercheur d'interroger plusieurs individus témoignant de ces caractéristiques et sa volonté de trouver dans l'analyse de chacun d'eux des éléments communs, l'étude de cas multiples (ou multicas) telle que la décrit Yin est celle qui semble la plus appropriée.

> « Yin (2003) précise que, par rapport à l'étude du cas simple, une étude multicas a pour but de découvrir des convergences entre plusieurs cas, tout en contribuant à l'analyse des particularités de chacun des cas. […] De plus, selon Merriam (1988), une interprétation fondée sur plusieurs cas peut être plus intéressante et plus convaincante pour le lecteur que des résultats provenant d'un seul cas (p.154). » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.235)

Dans la méthodologie de l'étude de cas, trois étapes peuvent être distinguées : la planification, la collecte des données et l'analyse des données recueillies, (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.245). La présente recherche se calque sur cette démarche de façon très identifiable. Dans un premier temps, elle établit le problème de recherche et la problématique (dans les premier et deuxième chapitres), et elle sélectionne les élèves à interroger, c'est-à-dire les cas à examiner (une partie du troisième chapitre). Dans un deuxième temps (dans le troisième chapitre), elle organise l'activité de recueil des données à partir de quelques observations, de productions d'écrits et principalement d'entretiens – les trois outils privilégiés de l'approche qualitative. Dans un troisième temps (dans le chapitre 4), elle analyse le corpus de données obtenu en étudiant chaque cas individuellement d'une part, transversalement d'autre part pour en observer des convergences et différences.

> « Yin (2003) précise qu'il est difficile de tracer un plan d'analyse des données et que chaque plan dépend des objectifs ou des hypothèses de recherche, de l'identité du chercheur et de la nature du cas étudié. Il propose toutefois deux stratégies d'analyse qui varient selon le type (inductif ou déductif) de l'étude de cas. Si le chercheur s'appuie sur des propositions théoriques, il faut les vérifier par appariement logique (*pattern-matching*), c'est-à-dire qu'il doit comparer des phénomènes empiriques (observés) avec des phénomènes prédits (issus de la théorie). L'autre méthode d'analyse des données qu'il propose consiste à construire un modèle théorique à partir des données recueillies à l'intérieur du cas (méthode inductive). » (Karsenti, Savoie-Zajc, 2011, p.246)

« L'appariement logique » préconisé par Yin entre les données recueillies et le travail théorique effectué au début de la recherche ressort plutôt dans une dernière partie du travail (dans le chapitre 5) qui discute des résultats obtenus.

Par ailleurs, dans la mesure où l'étude de cas s'intéresse à des individus au sein d'un groupe dans un cadre socioculturel concret – des élèves à l'école primaire en l'occurrence – quelques éléments relatifs à l'approche ethnographique doivent être mentionnés. Dans sa définition générale, l'ethnographie correspond à l'étude descriptive et analytique, sur le terrain, d'un groupe humain déterminé. Laplantine précise que la vue joue un rôle important dans cette approche : « Activité d'observation, l'ethnographie est d'abord une activité visuelle. » (Laplantine, 1996, p.7). De plus, s'il regarde évoluer les individus qu'il étudie (au sens où il les observe), l'implication du chercheur dans la recherche qu'il effectue passe également par sa participation « sur le terrain » auprès de ces acteurs auxquels il s'intéresse.

> « Ainsi, l'ethnographie se différencie des autres outils qualitatifs par une mise en exergue de la nécessaire participation, voire l'immersion, du chercheur dans le phénomène qu'il cherche à comprendre. Cette spécificité ethnographique pose la question, d'une part, de l'entrée du chercheur dans l'univers socioculturel qu'il tente de saisir, mais également, d'autre part, des biais et de la valeur ajoutée que cette participation personnelle engendre. […] Le chercheur a pour objectif de comprendre ce qu'il étudie en s'y investissant personnellement. » (Cléret, 2013, p.57)

La présente recherche peut s'inscrire dans une telle démarche : le chercheur se déplace lui-même dans une classe d'élèves de CM2 qu'il observe sur le long terme (pendant une année scolaire) durant les séances de mathématiques, participant lui-même à certaines activités. La collecte des données se fait donc dans le cadre naturel des enfants (à l'école) par le chercheur lui-même. Ceci est d'autant plus intéressant qu'il n'y a pas de tiers entre les observations et ce dernier, les informations pouvant ainsi être traitées directement sans être biaisées.

La méthodologie de recherche de l'étude de cas, de manière ethnographique qui plus est, semble une option intéressante pour cette thèse qui s'appuie sur l'outil de l'entretien.

1.5. L'entretien de recherche qualitatif et le dialogue pédagogique

Etant donnée l'importance de l'entretien dans une recherche qualitative – et dans la présente recherche en particulier, il est intéressant de consacrer une section complète à cet outil méthodologique. Un auteur explique même à l'égard de ce dernier qu'il s'agit de « la méthode la plus efficace de l'arsenal qualitatif. » (McCracken, 1988, p.9) Le dialogue pédagogique, *le* matériau par excellence de la gestion mentale décrit dans ses aspects théoriques dans le chapitre précédent, est une forme d'entretien dont il convient aussi de détailler les aspects pratiques de façon à pouvoir le mobiliser dans la suite de la recherche.

1.5.1. Aspects pratiques du dialogue pédagogique

Les dialogues pédagogiques portent sur l'itinéraire mental des sujets en questionnant les évocations (leur nature, la sécurité évocative…), les gestes mentaux, les projets de sens… D'un point de vue pratique il s'agit de faire découvrir leur activité mentale aux sujets quel que soit leur âge : tout le monde a des évocations et ce temps d'entretien permet d'aller à leur rencontre. Les évocations peuvent aussi être enrichies en les confrontant à celles d'autres individus ou en les dirigeant. Les sujets doivent encore comprendre qu'ils peuvent réinvestir leurs évocations dans différents actes de connaissance à travers un projet de restitution – réinvestissement pouvant les rendre plus efficaces en fonction de la qualité des évocations.

Les finalités du dialogue pédagogique varient selon les situations même si elles restent toujours de l'ordre de la pédagogie. Quand ils sont menés collectivement, auprès d'un groupe-classe par exemple, ils permettent à chacun de s'enrichir des procédures de l'autre et à l'enseignant d'adapter sa pédagogie aux habitudes mentales des élèves. Les entretiens individuels sont plutôt l'occasion pour les apprenants de prendre conscience de leurs propres processus mentaux dans le but de les réutiliser et d'optimiser leurs performances ; pour les enseignants, c'est le moyen de repérer des points forts et d'identifier les défaillances afin d'entreprendre des activités de remédiation adaptées. Un seul dialogue pédagogique reste toutefois insuffisant pour que l'élève arrive à conscientiser ses processus mentaux et les réutilise : plusieurs sont nécessaires.

> « Le dialogue pédagogique a pour objet la prise de conscience par l'élève des moyens [de la pensée en travail] qu'il emploie ou qu'il pourrait mettre en œuvre dans les tâches d'apprentissage, d'acquisitions et de développements de connaissance. » […] « La finalité du dialogue pédagogique est très évidemment pédagogique. Il s'agit, en effet, de permettre à un apprenant d'acquérir la maîtrise de ses actes de connaissance, c'est-à-dire de les connaître et de pouvoir agir sur eux. » (La Garanderie, *in* Gaté, 2012, p.87 et p.90)

Néanmoins, bien qu'il puisse être utile à plusieurs individus (dont l'enseignant comme nous venons de le mentionner), le dialogue pédagogique constitue un outil au service de l'élève : il est mené avant tout pour lui, afin qu'il découvre son fonctionnement cognitif et acquière « une sécurité méthodologique mentale » :

> « L'apprenant doit devenir autonome de ses activités cognitives, c'est-à-dire cesser d'être indépendant soit du hasard dans ses réussites ou ses échecs, soit de renseignements ponctuels qui le livrent à de simples automatismes, utilisés sans discernement. » (*ibid*, p.91)

En aidant les apprenant à se rendre conscients des habitudes cognitives qu'ils utilisent et en leur en faisant découvrir de nouvelles, la gestion mentale souhaite offrir à ces derniers des clés pour réussir. Néanmoins, le deuxième interlocuteur – le « compétent en dialogue pédagogique » comme La Garanderie aime le nommer – a lui aussi beaucoup à apprendre (bien qu'il ait les compétences et connaissances requises en gestion mentale en général, et sur cet outil en particulier) : en rencontrant l'élève sur son fonctionnement mental, il le découvre au niveau cognitif et repère comment il s'y prend pour effectuer la tâche visée lors de l'entretien. De plus, en prenant du recul et en analysant le dialogue pédagogique, le « compétent » peut avoir un regard plus précis et compréhensif sur les performances des apprenants interrogés.

D'un point de vue plus concret, un dialogue pédagogique est toujours mené après avoir mis le ou les élèves concernés en situation de tâche. Avant d'entreprendre ce dispositif, et par conséquent le dialogue pédagogique en lui-même, il faut en présenter le cadre aux élèves, c'est-à-dire formuler des propositions pour leur montrer ce qui va être fait et laisser entrevoir qu'il y a un « plus d'être » à gagner derrière ces activités. Il faut également souligner l'importance des moyens qui permettront d'accéder au résultat : ce sont eux qui comptent, c'est le « comment tu as fait pour y arriver ? » qui est intéressant. Il faut d'ailleurs bien différencier le dialogue pédagogique qui questionne le sujet connaissant du dialogue didactique qui interroge l'objet de connaissance. Enfin, il faut demander l'accord de l'apprenant pour mener l'entretien et éventuellement réitérer la demande en cours de dialogue si cela s'avère nécessaire.

De manière générale, le déroulement reste le même. Une fois la présentation de la séance effectuée et l'accord de l'apprenant obtenu, il faut mettre ce dernier en situation de tâche, c'est-à-dire lui donner un exercice (ciblé et choisi par le pédagogue qui mène l'entretien) pour mobiliser son activité évocative. S'il s'agit d'un premier dialogue pédagogique pour l'élève, il est parfois plus évident pour ce dernier que la tâche porte sur un objet de connaissance de son quotidien, un thème connu et qui n'est pas nécessairement scolaire (l'enseignant peut par exemple donner un symbole chinois à observer puis à reproduire sans garder le modèle sous les yeux). Quand l'exercice est fini, l'enseignant laisse quelques minutes au dialogué pour qu'il repense à la situation vécue, à ce qu'il vient de faire, puis le dialogue commence avec la question typique du dialogue pédagogique : « COMMENT as-tu fait dans ta tête [pour redessiner le symbole chinois par exemple] ? ». Il s'ensuit un échange entre les interlocuteurs dans lequel l'élève est l'acteur principal. L'enseignant n'a pas de questionnaire préétabli, il ne fait que rebondir et reformuler le discours qu'il entend. Pour clôturer, le dialogueur reformule et synthétise les découvertes qui ont été faites et les structures mentales observées ; il n'y a pas de retour à faire sur l'exercice puisque celui-ci n'était que « l'occasion » du dialogue. La gestion mentale étant une pédagogie de transfert, le but du dialogue pédagogique est de transférer les structures mentales relevées sur d'autres exercices, d'où l'importance de découvrir ses habitudes mentales.

En situation d'échange avec l'apprenant, le pédagogue doit proscrire certaines attitudes et veiller à en respecter d'autres. La première chose à éviter est de s'installer l'un en face de l'autre car une domination de l'enseignant s'instaure naturellement, même de façon inconsciente. Il conviendrait plutôt d'adopter l'attitude inverse en se mettant presque l'un à côté de l'autre, comme si les interlocuteurs se parlaient sur un canapé tournés l'un vers l'autre. Le dialogue pédagogique requiert de l'empathie : il faut comprendre l'autre et ne pas le quitter, c'est-à-dire être présent à l'autre et le lui montrer physiquement. De plus, en se mettant dans une écoute inconditionnelle de l'élève, l'enseignant est plus à l'aise pour rebondir sur ce que lui expose ce dernier, comme lors d'une partie de ping-pong. De même, lors des reformulations, il est conseillé que le dialogueur commence par reprendre les mots du dialogué avant d'utiliser les siens, c'est-à-dire ceux du spécialiste. – Ceci exige d'ailleurs une bonne connaissance de la gestion mentale de la part du premier. – Les reformulations peuvent servir à vérifier une compréhension ou à demander des détails supplémentaires. Pour obtenir davantage d'explications, l'enseignant peut proposer plusieurs choix de réponses mais doit impérativement veiller à ne pas en induire un plus qu'un autre. Quitter l'autre du regard pendant quelques secondes peut être un moyen de l'éviter. Par ailleurs, tout au long du dialogue pédagogique, même si l'apprenant fait des erreurs, il faut rester neutre, ne pas relever l'erreur, ne pas juger ni couper la parole. De même, il ne faut pas avoir peur du silence même si l'élève hésite et ne dit rien : il est bon de le laisser en introspection, c'est un signe que le dialogue pédagogique réussit, qu'il y a un réel effort d'entrepris pour faire un retour sur les procédures mentales mises en œuvre.

1.5.2. Le dialogue pédagogique, un entretien de recherche qualitatif

Plusieurs définitions de l'entretien ont été données mais celle de Kvale semble rallier un bon nombre de chercheurs par les précisions qu'elle apporte.

> « Sur le plan technique, l'entretien de recherche qualitatif est (souvent) semi-structuré, il ne désigne ni une conversation libre ni un questionnaire semi-structuré. Plusieurs caractéristiques [peuvent être proposées] : a) il est centré sur le monde intérieur de l'interviewé ; b) il tente de comprendre le sens des phénomènes reliés à ce monde ; c) il est descriptif ; d) sans présupposition ; e) centré sur certains thèmes ; f) ouvert aux ambigüités et aux changements ; g) il tient compte de la sensibilité de l'interviewer ; h) il prend place dans une interaction interpersonnelle ; i) il peut se révéler une expérience positive pour la personne interviewée. » (Kvale, 1983, p.174-179)

En comparant le dialogue pédagogique avec cette définition, force est de constater que l'outil de La Garanderie s'approche très près de l'entretien qualitatif : il est centré sur le monde mental de l'élève, il tente de comprendre le fonctionnement de ce monde (même si ce n'est pas la seule finalité[16]) et de le décrire sans préjugés, il est ciblé sur une tâche précise, ouvert aux ambigüités et aux changements que l'apprenant peut évoquer, il prend place dans une interaction entre deux personnes, enfin il peut (et même devrait) constituer une expérience positive pour l'enfant interrogé. En dehors de certaines particularités qui confèrent au dialogue pédagogique une spécificité intéressante qui lui permet d'obtenir des données particulières, ce dernier peut être

[16] Le dialogue pédagogique comporte aussi une finalité d'ordre pédagogique qui dépasse le simple recueil de données.

considéré plus largement comme un entretien qualitatif et peut ainsi être utilisé de manière tout à fait légitime comme outil au service d'une recherche de type qualitative.

Dans le cas d'un échange avec un enfant, il est important de prendre certaines précautions. En effet :

> « Que ce soit à la maison, à l'école ou dans sa vie courante, les moments où l'enfant est appelé à parler de son expérience sont généralement rares […] et provoqués par une situation problématique, l'adulte jouant alors aux yeux de l'enfant un rôle d'inquisiteur. Il est impératif que le chercheur tienne compte de cet aspect de la réalité de l'enfant. […] Pouvoir faire en sorte que l'interviewé se sente accepté, compris et en sécurité est encore plus important quand il s'agit d'un enfant. » (Boutin, 2011, p.85)

Ce manque d'habitude des élèves peut affecter leurs réponses et il convient de les rassurer au cours de l'entretien, à plusieurs reprises s'il le faut. En dialogue pédagogique les questions portent sur l'activité mentale des apprenants dont ils n'ont généralement jamais parlé ni même pris conscience ; il apparait d'autant plus important que l'interviewer adopte une attitude positive et rassurante vis-à-vis de l'interviewé.

> « Afin de faciliter la relation interpersonnelle dans le cas d'un entretien, Rogers (1966) suggère de créer un climat permissif réalisable aux conditions suivantes : authenticité, attention positive inconditionnelle et empathie. » (Boutin, 2011, p.69)

S'ils se sentent en confiance, compris et réellement écoutés les enfants répondront du mieux qu'ils pourront aux interrogations. Les spécialistes du dialogue pédagogique affirment même que ces derniers livrent généralement plus facilement leurs procédures mentales que les adultes une fois ces conditions positives réunies. Une autre modalité peut d'ailleurs être ajoutée à ces dernières : celle de ne pas installer de relation de supériorité de l'adulte vers l'enfant. C'est ce dernier qui a les réponses aux questions qui lui sont posées, l'interviewer ne maîtrise pas l'expérience ou le contenu de l'activité mentale de son interlocuteur puisque c'est l'objet de l'entretien. Même si ce n'est pas évident, il est important que le chercheur sache se mettre en retrait par rapport à l'enfant pour le laisser se dévoiler car c'est lui qui sait.

> « L'interviewer est celui qui cherche à comprendre, à apprendre. Trop souvent certains entretiens se transforment en une relation maître à élève. Cette attitude est à dénoncer. La relation d'autorité est évidemment à prescrire. » (Boutin, 2011, p.76)

Cette citation de Boutin rejoint la position de La Garanderie concernant la situation du dialogue pédagogique.

> « La finalité du dialogue pédagogique engage l'apprenant et la compétence de son interlocuteur dans une véritable rencontre. Expliquons cela. Dans l'enseignement proprement dit, celui qui sait doit transmettre ce qu'il sait à quelqu'un qui ne sait pas,

> pour qu'il sache aussi. Dans le dialogue pédagogique, nous avons affaire, en principe, à deux ignorances de départ : l'apprenant ne sait pas comment il s'y prend pour apprendre, le compétent en dialogue pédagogique veut apprendre comment s'y prend l'apprenant et il ne peut l'apprendre que si l'apprenant le lui apprend. Il faut que l'apprenant l'apprenne avant lui pour le lui faire connaître. C'est là le contraire de la situation pédagogique habituelle : l'enseignant sait avant l'apprenant. Dans le dialogue pédagogique, l'apprenant sait avant le compétent. » (La Garanderie, *in* Gaté, 2012, p.91)

Il n'est pas question non plus que l'élève se sente supérieur, c'est une relation d'égal à égal qui tend à être trouvée.

Au niveau de la technique et du déroulement de l'entretien, un certain nombre de conseils peuvent être suivis :

> « Savoir se taire, tolérer le silence, interroger de façon pertinente, savoir reconnaitre des résistances, être attentif à son système de codage et à celui de l'interviewé, procéder à des mises au point ou reformulations générales lorsque l'entretien marque un point mort ou tire à sa fin. » (Boutin, 2011, p.116-124)

Ces différents éléments sont également donnés par les spécialistes qui forment les étudiants au dialogue pédagogique. Le silence notamment est réellement important pour permettre à l'élève de se mettre en introspection et de se concentrer sur ses processus mentaux. Un malaise ne doit pas s'installer mais il ne faut pas croire pour autant que le silence en est la traduction systématique. De même, en fin d'échange ou lorsque l'interviewer hésite sur la façon de rebondir aux paroles de son interlocuteur, une synthèse reprenant les divers éléments découverts peut s'avérer très intéressante.

> « Une bonne partie de ce que nous apprenons dans une première phase de recherche prend souvent un aspect exploratoire qui suggère la nécessité d'un approfondissement ultérieur. » (Boutin, 2011, p.141)

Le chercheur peut avoir besoin de confirmer ou clarifier certains aspects évoqués qui n'auraient pas été assez approfondis au cours de l'entretien. Plus en confiance qu'au début, les apprenants parlent plus librement et peuvent enrichir leurs premières paroles de manière très intéressante voire revenir dessus et les modifier. Ces apports montrent combien l'étape de reformulation ne doit pas être escamotée.

Les différentes caractéristiques de l'entretien qualitatif semblent assez proches de celles du dialogue pédagogique, cet outil aura donc une place légitime et même essentielle au cours de la recherche. La pré-enquête qui suit cherche d'ailleurs à montrer les bienfaits de son utilisation pour mieux comprendre la réussite des élèves de CM2 en mathématiques.

2. Pré-enquête

Comme l'a indiqué le premier chapitre, cette recherche s'inscrit dans la continuité d'un travail mené en deuxième année de master professionnel (2010-2011) à la suite d'une interrogation de stage. Les apprenants de la classe de CM2 observée semblaient particulièrement performants : leurs résultats étaient systématiquement excellents et l'enseignant, bien qu'habitué aux « bons élèves », n'en avait semble-t-il jamais rencontré d'aussi brillants selon ses mots. Par ailleurs, en observant le professeur, une remarque a rapidement émergé : il donnait à la fois à entendre et à voir aux apprenants. Il leur parlait, formulant des explications verbales tout en veillant à ne pas occuper constamment l'espace sonore de la classe et à laisser souvent place au silence ; il écrivait aussi beaucoup au tableau, schématisant ses propos en dessins ou schémas, notant des mots ou phrases importants, et même certaines consignes (au lieu de surcharger les évocations auditives avec des éléments peu importants tels que « sortez vos ardoises », il les écrivait par exemple) ; il donnait encore à voir du mouvement, illustrant ses paroles en les mimant, manipulant des objets pour renforcer la compréhension de certains… Même si cet enseignant ne l'employait pas sciemment (tout en en connaissant l'existence), un lien très clair se dessinait entre sa pratique pédagogique et la gestion mentale qui s'emploie à nourrir tous les sens pour favoriser la qualité des apprentissages et permettre à chacun de trouver son compte.

Afin de mieux comprendre l'étonnante réussite de ces enfants au regard des travaux de la Garanderie, une série de six courts dialogues pédagogiques d'un quart d'heure environ ont été menés avec les élèves ayant obtenu les meilleurs résultats aux évaluations nationales (alors obligatoires et effectuées en milieu d'année dans toutes les classes de CE1 et CM2). La tâche proposée consistait en la somme de deux nombres à effectuer mentalement, support pour les questions qui suivaient. Les échanges ont permis de noter quelques éléments du fonctionnement mental de chacun, découvertes relatives aux évocations essentiellement.

La richesse de la pré-enquête réside dans la familiarisation avec l'outil méthodologique du dialogue pédagogique qui a pu être testé avec plusieurs apprenants différents. Cet outil incontournable de la gestion mentale ne s'improvise pas, il mérite d'être travaillé et de s'y être entraîné pour avoir des résultats interprétables et cohérents. En rassemblant ces conditions, l'étude préliminaire peut ainsi être qualifiée de pré-enquête et devient tout à fait légitime : confortée par le caractère prometteur des dialogues pédagogiques et la richesse de l'analyse qui peut en être faite, l'investigateur peut reprendre la trame méthodologique élaborée pour la retravailler en y ajoutant une armature plus solide. Il projette ainsi de réaliser de nouvelles séries d'entretiens beaucoup plus ciblés et poussés, mieux préparés et plus longs auprès d'apprenants minutieusement et judicieusement choisis en amont. Les découvertes obtenues à propos des évocations ne seront plus satisfaisantes à elles seules par exemple et attendront d'être complétées. A ce titre, la section suivante s'emploie à proposer une démarche de recherche qui corresponde le plus justement possible à la problématique élaborée afin d'obtenir des éléments de réponse pertinents.

3. Présentation de la démarche de recherche

La démarche de collecte des données inspirée de la pré-enquête et la constitution des cas d'étude se doivent d'être détaillés avec précision mais une présentation des données de manière générale est nécessaire au préalable.

3.1. Sources de données

Quels sont les éléments nécessaires à la mise en place de la collecte des données et d'où proviennent-ils ? Il s'agit dans cette section de définir la population sélectionnée puis d'expliquer les modalités de recrutement des cas d'étude.

3.1.1. Définition de la population

La population choisie est l'ensemble des élèves qui réussissent en mathématiques. Afin d'étudier certains cas plus en profondeur, le chercheur s'est rendu dans une classe de dix-neuf élèves de CM2, c'est-à-dire en troisième année du troisième cycle de l'école primaire. Pour être intelligible, ce choix doit vérifier le critère de pertinence : en quoi est-il pertinent d'interroger un groupe d'apprenants de ce niveau ? Réussir en mathématiques en CM2 ne constitue pas un gage de la réussite en la matière en classe de terminale cela est certain, les notions autant que le degré d'abstraction ou les méthodes de résolution ont des exigences et des niveaux différents ; néanmoins, la réussite en fin de primaire n'est pas négligeable pour autant. Bien au contraire, le CM2 marque la fin d'un cycle, il permet même de dresser le bilan des classes de maternelle et de primaire avant le passage au collège, c'est une étape dans la scolarité des élèves. Les notions et outils mathématiques fondamentaux (mentionnés exhaustivement dans les programmes de 2008 du ministère) se doivent d'être acquis afin de poursuivre les apprentissages au secondaire. Il semble important de rappeler que le socle commun de connaissances et de compétences indique qu'à la fin de l'école primaire l'élève doit être « en mesure d'appliquer les principes et processus mathématiques de base dans la vie quotidienne » (Ministère de l'éducation nationale, 2006, p. 11). Par ailleurs, à dix ans, les enfants ont un vocabulaire plus complet qu'en début de primaire, ce qui leur permet de préciser davantage leurs évocations lors de dialogues pédagogiques. Observer la réussite d'apprenants de CM2 est ainsi tout à fait légitime : à l'issue de cette année de transition, les éléments de base des mathématiques doivent être maîtrisés pour constituer des fondations solides sur lesquelles s'appuieront tous les autres apprentissages (et pas seulement ceux du collège).

Quelques précisions supplémentaires sur cette classe sur laquelle portent les observations peuvent être apportées ici. Cette dernière appartient à une école primaire privée sous contrat, proche du centre-ville d'Angers. L'établissement accueille près de quatre-cents élèves répartis dans quinze classes, de la petite section de maternelle au CM2. Les enfants sont majoritairement issus d'un rang social médian à ascendant (la plupart des parents sont cadres ou enseignants) et les familles résident à Angers même à proximité de l'école ou dans l'agglomération proche.

Les cas d'étude choisis au sein de la classe précédemment présentée sont constitués par les élèves dont la réussite en mathématiques (et plus particulièrement dans des activités de résolution de problèmes arithmétiques) est la plus significative, mais comment ont-ils été sélectionnés ?

3.1.2. Procédure de sélection des cas d'étude

Les cas d'étude regroupent six élèves de CM2 (âgés de dix et onze ans) sélectionnés parmi la vingtaine d'apprenants de la classe. Cette étude de cas se situe dans une démarche qualitative et compréhensive comme cela a été mentionné auparavant et, dans ce cas, le nombre de cas recrutés n'a pas besoin d'être abondant.

> « Selon Le Compte et Preissle (1992), l'échantillon peut être formé à partir de groupes naturels comme des élèves d'un groupe-classe […]. En l'occurrence, puisque le but de

> l'étude est de comprendre des phénomènes, la taille de l'échantillon est forcément réduite et il s'agit d'une étude en profondeur d'un groupe restreint « plutôt que d'une vision globale d'un groupe hétérogène » (Pirès, 1997, p. 155), afin de dégager une compréhension riche pour un groupe donné d'individus. » (Reulier, 2012, p. 91).[17]

La sélection de ces six élèves s'est déroulée selon une démarche exploratoire établie minutieusement et qui sera détaillée avec précision dans la section suivante mais il importe d'en présenter les grandes lignes dès maintenant.

La recherche visant une meilleure compréhension de la réussite des élèves en mathématiques et dans l'activité de résolution de problèmes arithmétiques plus précisément, la procédure de sélection avait pour objectif de trouver des apprenants dont la réussite en mathématiques de manière générale et en résolution de problèmes arithmétiques en particulier était effective et justifiable. Le recrutement de ces derniers s'est effectué en deux temps distincts : dans un premier temps le chercheur a observé précisément et en continue tout le groupe travailler durant les activités mathématiques au niveau numérique. Travaux collectifs, exercices individuels, mutualisations de résultats… chaque activité était décrite sous la forme de remarques dans un carnet et accompagnée de notifications concernant la rapidité des élèves, la précision et la qualité de leurs réponses. Au fur et à mesure des semaines qui passaient, plusieurs prénoms revenaient fréquemment parmi les apprenants qui finissaient les premiers, donnaient des solutions justes, posaient des questions ou formulaient des remarques pertinentes. Ces derniers pouvaient donc être considérés comme les meilleurs éléments du groupe mais cela restait à vérifier sur une activité spécifique de résolution de problème – activité conforme au programme de CM2 et comparable à celles figurant dans les évaluations nationales. Dans un second temps, il s'est agi de confronter les observations menées au fil des séances avec les résultats concrets obtenus à l'issue d'une séance de problèmes arithmétiques préparée par le chercheur. Cette analyse a mis en évidence six élèves dont la réussite semblait remarquable, six élèves qui ont constitué les cas d'étude.

[17] Pour la présente étude, le terme d'échantillon n'est pas le plus adéquat et l'expression de « cas d'étude » y sera préféré, néanmoins des similitudes existent, d'où cette comparaison.

3.2. Démarche de recueil de données

La collecte des données dans la classe s'est déroulée en trois étapes, visant à extraire du groupe les élèves dont la performance en mathématiques et en résolution de problèmes arithmétiques s'approchait le plus de la réussite (c'est-à-dire ceux qui formaient les cas d'étude) pour s'entretenir ensuite avec eux de manière individuelle pour chercher à comprendre les facteurs de cette réussite.

3.2.1. Observation de la classe

Dès le début du mois d'octobre 2013 et pour une durée de quatre mois a eu lieu une phase d'observation systématique dans la classe pendant les activités de mathématiques (exclusivement). Cette limitation dans l'observation systématique se voulait la plus objective possible : l'influence qu'auraient pu provoquer les comportements, appétences et performances des élèves dans et pour d'autres disciplines devait être réduite au maximum pour éviter tout amalgame. En effet, le goût prononcé et la réussite d'un apprenant dans un domaine précis (tel que les sciences par exemple) ne signifient pas que ses résultats sont aussi performants en mathématiques, de même les difficultés à apprendre l'anglais de certains sujets ne les empêchent pas de réussir en mathématiques. Afin de prévenir ces préjugés sur les « niveaux » des élèves, il semblait ainsi plus judicieux de concentrer les observations sur les mathématiques seulement.

L'attention portée aux apprenants dans leur environnement d'apprentissage avait deux finalités : l'immersion du chercheur dans le milieu d'une part, et le recrutement des cas d'étude pour moitié, d'autre part.

- *Immersion du chercheur dans le milieu*

Il est important que le chercheur « entre » vraiment dans le milieu qu'il explore, qu'il s'y sente à l'aise et soit reconnu presque au même titre qu'un professionnel de ce terrain. En effet :

> « Enquêter sur le terrain, c'est savoir se mettre au diapason avec d'autres corps avec lesquels interagir et co-agir, et trouver sa place, moyennant des formes d'usage, de routine et d'habitude. » (Cefaï, 2006, p.33)

Dans un environnement d'adultes, l'explorateur peut être considéré comme un être intrusif et étranger, il doit « faire ses preuves », montrer qu'il est comme les autres et capable de s'adapter pour être accepté. Dans l'école primaire déterminée comme terrain de collecte des données, l'interlocuteur principal adulte auquel le chercheur se confrontait quotidiennement était l'enseignant ; la pré-enquête s'étant déroulée dans sa classe trois années auparavant, le travail de mise en confiance réciproque était déjà mené et acquis. Cette étape n'est pas toujours simple et rapide et dans un souci d'optimisation du temps, il était mieux de commencer l'observation de la classe – étape importante de la démarche exploratoire puisqu'elle servait de support aux suivantes – dans ce climat de considération positive vis-à-vis de l'enseignant. Le CM2 étant la dernière année de primaire, la collecte des données de recherche auprès des élèves ne pouvait dépasser une année scolaire (de septembre à juin) puisque tous partent ensuite dans des collèges divers et variés. La situation du chercheur était donc déjà prête et acceptée auprès de l'enseignant.

Le deuxième niveau d'immersion – à créer totalement cette fois – était à effectuer au sein du groupe-classe. L'observation d'un tiers peut déconcentrer, déstabiliser, provoquer une certaine agitation des élèves, autant de facteurs à limiter pour mener la collecte des données de façon neutre et objective. La présence régulière d'une auxiliaire de vie scolaire (AVS) a favorisé l'arrivée du chercheur, les apprenants ayant pris l'habitude de la présence de plusieurs adultes dans la classe. Ils ne prêtaient même plus attention aux déplacements et agissements de ce dernier qui « faisait partie » de la classe, au même titre que l'AVS par exemple. La sélection des cas d'étude pouvait alors commencer à être envisagée.

- *Recrutement des cas d'étude (première étape)*

Comme l'a montré la partie conceptuelle du travail consacrée à la didactique des mathématiques, l'activité de résolution de problèmes est aux mathématiques ce que le travail d'expression écrite est au français (au niveau de l'école primaire notamment) : la mise en application d'un ensemble de notions, de techniques et d'outils dont les apprentissages ont été effectués auparavant, en une ou plusieurs séquences. En d'autres termes, ces deux activités constituent la finalité du travail effectué en mathématiques et en français par les élèves puisque c'est l'occasion pour eux de réinvestir leurs acquis. De cette façon, les apprenants qui ont acquis les notions, techniques et outils étudiés en classe sont plus en mesure de réussir à résoudre un problème mathématique de manière cohérente (et réciproquement à construire et rédiger un texte intelligible en français) que ceux qui éprouveraient des difficultés (un élève qui ne comprend pas le sens d'une division et n'aurait pas acquis sa technique opératoire pourrait certes résoudre une situation relevant de la division en procédant par des soustractions itérées par exemple, mais c'est une solution bien plus coûteuse et le risque de faire une erreur de calcul est nécessairement plus élevé).

L'observation du groupe-classe au quotidien a ainsi permis de remarquer de manière générale les apprenants les plus à l'aise en mathématiques. Cette discipline scientifique figurait dans l'emploi du temps tous les matins de 9h45 à 11h15 environ (la récréation s'intercalant de 10h20 à 10h40). Les lundis et mardis matin étaient travaillés « les nombres et les calculs » tandis que les jeudis et vendredis matin étaient consacrés aux « grandeurs et mesures »[18]. La géométrie figurait au programme du vendredi après-midi mais constitue une branche des mathématiques qui fait appel à des connaissances tellement différentes de celles qui sont requises dans les travaux numériques que ces derniers lui ont été préférés pour la recherche.

Les séances s'organisaient à peu près chaque jour de la même façon : pour commencer l'enseignant proposait un temps de calcul mental avec réponses à noter sur l'ardoise. Les items étaient variés mais généralement en rapport avec le thème travaillé lors de la séance. Le jeudi 28 novembre 2013 par exemple, les élèves ont révisé les fractions et décimaux (qu'ils avaient travaillées plus spécifiquement les premiers jours de la semaine) puis se sont exercés sur les masses. Ils ont ainsi *ordonné* (c'est-à-dire *rangé par ordre croissant*, le vocabulaire est adapté en classe) « *20 tonnes, 60 quintaux, 2000 kilogrammes par exemple* », converti « *5kg = ... Q ; 7,4g = ... cg ; 0,05kg = ... mg* », calculé « *5g + 30cg + 50mg = ... g ; 3t + 40q = ... kg* ». Après cette première activité assez interactive pendant laquelle étaient parfois abordées de nouvelles notions, les apprenants travaillaient seuls sur leur cahier d'essai en effectuant des exercices variés du même type que les items précédents, ou bien des problèmes arithmétiques d'application, ou encore les deux. Le vendredi 6 décembre 2013 par exemple, trois problèmes relevant des longueurs ont été proposés : « *Tu parcours 3km à vélo puis 30hm à pied et ensuite 5000m à moto. Quelle distance as-tu effectuée en km ? en hm ? en m ?* » ; « *Tu fais huit fois le*

[18] Nombres et calculs, grandeurs et mesures, géométrie, et organisation et gestion des données sont les quatre « catégories » distinguées au sein des mathématiques dans les programmes de 2008, comme cela a été mentionné dans les chapitres précédents.

tour du stade de Frémur. Un tour vaut 800m. Quelle distance as-tu faite en m ? en km ? » ; « *Une planche mesure 8dm. Tu ôtes (= enlèves) 30cm. Quelle longueur de planche reste-t-il en cm ? en dm ?* ». Enfin, selon l'avancée dans la séquence, un exercice était à effectuer « au propre » sur le cahier du jour pour observer le degré d'acquisition de chacun. Le mardi 5 novembre 2013 par exemple, il s'est agi de *poser et de calculer les divisions suivantes : 24 ÷ 2 ; 36 ÷ 2 ; 48 ÷ 3 ; 51 ÷ 3 ; 48 ÷ 4 ; 52 ÷ 4.* »

Les activités sur l'ardoise permettaient de situer les élèves qui donnaient des réponses rapides et exactes et les exercices d'entrainement qui suivaient sur le cahier d'essai confirmaient ces données. Une première liste assez large d'élèves qui semblaient réussir de manière récurrente aux exercices proposés s'est alors dressée d'elle-même d'après ces observations. Y figuraient Eugénie, Julie, Pauline, Titouan, Roméo, Pierre, Louis, Clara.

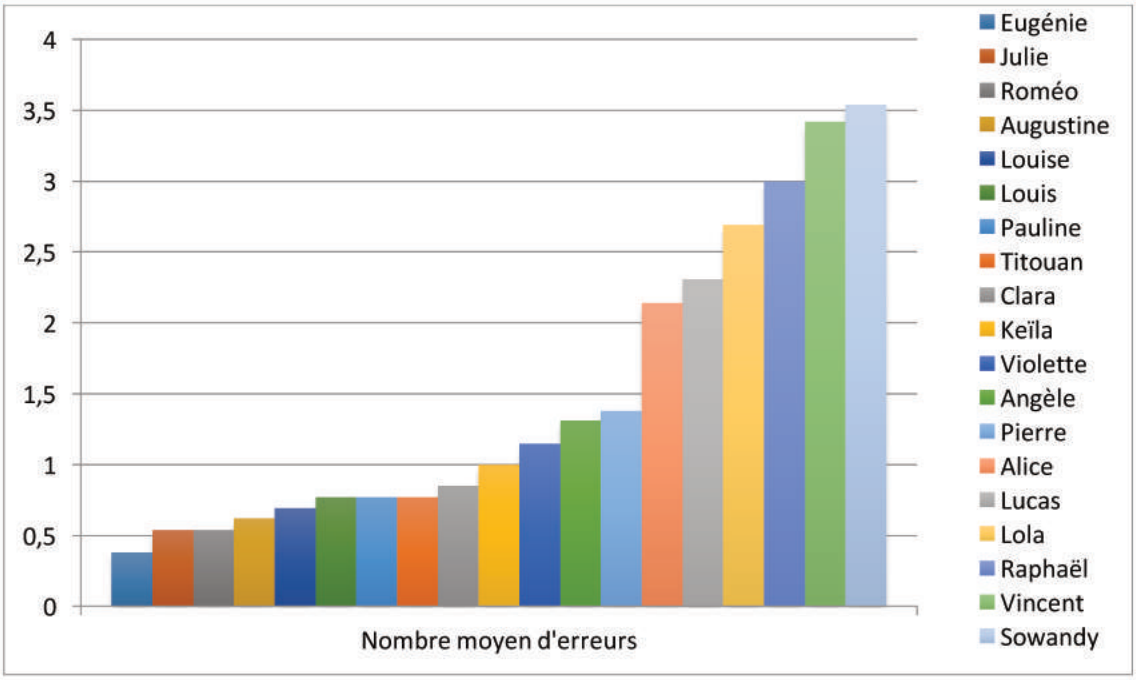
Les exercices rédigés sur le cahier du jour et qui étaient appréciés par le professeur en termes « d'acquis », « en cours d'acquisition » (voire « non acquis ») donnaient eux aussi une bonne idée de la réussite des dix-neuf apprenants du groupe par rapport aux notions, outils, techniques mathématiques étudiés successivement en classe. En relevant le nombre d'erreurs obtenu par chaque sujet constituant la population pour chacun des exercices rédigés « au propre » entre septembre et décembre (résultats reportés dans le tableau suivant), le chercheur a obtenu des données chiffrées dont l'analyse offre des renseignements intéressants. – À noter que les exercices effectués sur les cahiers de brouillon étaient difficilement exploitables ; seules les réponses étaient notées et il s'agissait vraiment de petites séries d'entraînement pour se familiariser avec les notions, les manipuler et être à l'aise avec. Une fois leur travail fini, les élèves consultaient l'enseignant pour savoir s'ils avaient des solutions exactes et si ce n'était pas le cas, ils reprenaient leur travail jusqu'à ce que tout soit bon. De fait il aurait été difficile de prendre en considération ces items, il était plus intéressant d'observer des exercices correctement rédigés mais pas encore corrigés pour se rendre compte de la réussite des apprenants sur les notions abordées.

Elèves	Thèmes des exercices évalués…													
	1) Numération	2) Soustractions	3) Fractions	4) Fractions et décimaux	5) Multiplications	6) Puissances	7) Masses	8) Durées	9) Longueurs	10) Divisions	11) Fractions et décimaux	12) Divisions	13) Masses	TOTAL
Alice	1	2	3	2	3	0	1	4	6	0	2	2	2	28
Angèle	0	0	3	3	2	1	0	2	1	0	1	2	2	17
Augustine	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	2	8
Clara	0	0	2	2	1	1	0	3	1	0	0	0	1	11
Eugénie	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	5
Julie	0	2	1	0	0	Abs.	0	2	0	0	1	1	0	7
Keïla	0	1	2	1	1	1	0	1	1	0	3	0	2	13
Lola	1	1	4	2	1	2	1	4	3	3	3	5	5	35
Louis	0	1	0	1	1	1	0	Abs.	2	0	2	2	0	10
Louise	0	2	1	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	9
Lucas	1	1	2	2	1	2	1	2	11	1	2	1	3	30
Pauline	0	2	1	1	1	0	0	2	2	0	0	1	0	10
Pierre	0	0	1	0	1	1	0	1	6	1	2	2	3	18
Raphaël	1	2	2	5	1	6	0	5	7	4	0	2	4	39
Roméo	0	0	0	0	1	Abs.	0	1	1	Abs.	0	2	1	6
Sowandy	4	3	6	4	3	1	2	4	3	2	4	5	5	46
Titouan	1	1	1	0	0	0	2	1	3	0	0	1	0	10
Vincent	1	1	7	9	Abs.	0	3	3	9	0	2	3	3	41
Violette	0	0	1	1	0	1	1	3	1	0	3	1	3	15

Tableau 4 : Nombres d'erreurs pour chaque élève aux exercices de mathématiques rédigés sur le cahier du jour et portant sur des techniques, outils et notions mathématiques ciblés[19].

[19] L'intitulé des exercices figure en annexe 2. Le nombre noté dans chaque case correspond au nombre d'erreurs effectuées par élève dans un exercice donné ; la mention « Abs. » signifie que l'élève était absent lorsque l'exercice a été proposé et qu'il ne l'a donc pas traité. Par exemple Julie a fait deux erreurs dans l'exercice de soustraction et a été absente lors de l'exercice sur des puissances qu'elle n'a donc pas traité.

Pour une lecture plus claire et plus significative du tableau, le nombre d'erreurs moyen obtenu par chaque apprenant a été calculé à partir des données recueillies précédemment et représenté (dans l'ordre croissant du nombre moyen d'erreurs) dans l'histogramme ci-après.



Graphique 1 : Nombre moyen d'erreurs obtenu par élève aux exercices mentionnés avant[20].

L'analyse de ces données chiffrées confirme certaines observations quant à la réussite de quelques-uns, montre que d'autres manquent de cohérence et permet de compléter la première liste dressée[21] : l'histogramme fait en effet ressortir une liste de neuf élèves ayant fait strictement moins de une erreur en moyenne sur les treize exercices relevés (et figurant dans le Tableau 4). Eugénie, Julie, Roméo, Louis, Pauline, Titouan et Clara qui avaient déjà été remarqués par les observations précédentes semblent réussir presque systématiquement leurs exercices en mathématiques. Au contraire, Pierre réalisait des performances honorables et tout à fait acceptables en CM2 mais néanmoins inférieures aux pairs auxquels il pouvait prétendre

[20] Les couleurs permettent de différencier les scores des élèves, à noter également que la succession des barres de l'histogramme correspond, de gauche à droite, à l'ordre croissant du nombre d'erreurs moyen effectuées par les élèves. Pour calculer ce nombre d'erreurs moyen, le nombre total d'erreurs de chaque élève a été divisé par le nombre d'exercices traités. Pour Eugénie par exemple : 5 erreurs réalisées en 13 exercices correspondent à une moyenne d'environ 0,38 erreurs par exercice.

[21] Dans la première liste d'élèves « remarqués », figuraient Eugénie, Julie, Pauline, Titouan, Roméo, Pierre, Louis et Clara.

être comparé, laissant se glisser une ou deux erreurs dans quasi tous ses exercices. Par ailleurs, Louise et Augustine ne s'étaient pas faites remarquer d'emblée mais leurs exercices étaient de bonne qualité et leur réussite à ce niveau comparable à celle des premiers sujets nommés. Une nouvelle liste d'élèves en situation de réussite en mathématiques se dressait alors avec Eugénie, Julie, Roméo, Augustine, Louis, Louise, Pauline, Titouan et Clara ; toutefois il ne faut pas oublier que ces observations portaient plus sur la maîtrise des notions, outils et techniques mathématiques enseignés que sur la résolution de problèmes arithmétiques en particulier. La liste élaborée restait donc à confirmer lors de l'étape suivante de la collecte de données.

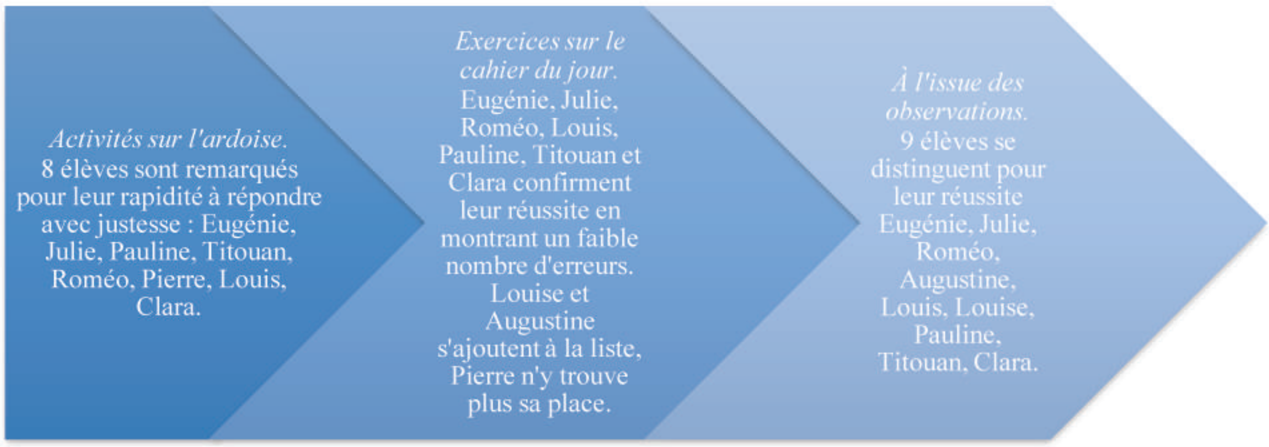


Figure 5 : Sélection des élèves en situation de réussite d'après la phase d'observation de la classe.

3.2.2. Activité collective de résolution de problèmes

Cette deuxième phase de l'expérience visait à finaliser la procédure de sélection des cas d'étude en mettant l'ensemble de la classe en situation de résolution de problèmes arithmétiques, tout en constituant un support pour les étapes suivantes de la recherche.

La réussite en résolution de problèmes passe certes par la réussite et la compréhension des notions, outils et techniques apprises en classe mais doit également être observée directement. Lors des problèmes arithmétiques à résoudre sur le cahier d'essai, l'observation des travaux donnait quelques indices sur les élèves en situation de réussite mais ces éléments n'étaient pas suffisants. Une évaluation-bilan donnée par l'enseignant a permis au chercheur de considérer les résultats, consignés dans le tableau suivant.

Elèves	Notes
Raphaël	6
Lola	7
Angèle	8,5
Sowandy	8,5
Vincent	10,5
Augustine	12
Alice	12,5
Lucas	13
Violette	14,5
Keïla	15,5
Clara	16
Pierre	16
Titouan	16,5
Louis	**17**
Pauline	**17**
Roméo	**18**
Julie	**19,5**
Eugénie	**20**
Louise	**20**

Tableau 5 : Notes sur 20 (classées dans l'ordre croissant de la note la plus basse à la note la plus haute) à l'évaluation-bilan de problèmes arithmétiques de l'enseignant.[22]

Ce relevé des notes de la classe coïncidait-il avec les observations menées au cours des semaines qui précédaient ? Autrement dit, la liste des élèves élaborée précédemment[23] était-elle cohérente avec les réponses données par les apprenants sur l'évaluation de problèmes arithmétiques d'application ? Ceux qui semblaient réussir d'après la première phase de la démarche exploratoire révélaient-ils toujours une performance notable ? De manière générale c'est l'affirmative qui l'emportait puisqu'Eugénie, Julie, Louis, Louise, Pauline et Roméo qui figuraient sur la dernière liste d'élèves pressentis ont obtenu les meilleures notes de la classe (supérieures ou égales à 17). Augustine, n'ayant obtenu que 12/20 lors de cette activité de problèmes mathématiques, ne présentait pas une réussite notable comme ses pairs

[22] Ces notes étaient celles du professeur qui a corrigé les évaluations tout à fait indépendamment des questions que se pose le chercheur. Les critères d'évaluation étaient la méthode employée pour résoudre les problèmes arithmétiques, c'est-à-dire les opérations choisies entre les bonnes valeurs d'une part et le résultat final d'autre part. Les élèves ayant une calculette pour effectuer les opérations, le calcul en lui-même n'était pas évalué. (L'évaluation de l'enseignant figure en annexe 3.)

[23] Cette deuxième liste regroupait Clara, Eugénie, Julie, Louis, Pauline, Roméo, Titouan, Louise et Augustine.

précédemment cités. Néanmoins, une seule évaluation, construite et corrigée par l'enseignant pouvait-elle prétendre finaliser le recrutement des cas d'étude ? Clara et Titouan qui semblaient réussir de manière notable d'après les observations précédentes montraient ici une performance toujours intéressante mais légèrement inférieure aux premiers et une comparaison avec une autre activité de ce type pourrait peut-être permettre de trancher.

A ce moment-là, l'élaboration d'un premier matériau de recherche s'est avérée nécessaire : le chercheur devait préparer lui-même une activité de résolution de problèmes arithmétiques variés, sur des notions différentes, et la soumettre aux élèves pour en récolter les résultats et les analyser ; un travail nécessaire pour légitimer le recrutement des cas d'étude.

Trois problèmes ont été imaginés à partir des notions étudiées d'octobre à décembre – et inspirés des fiches de problèmes arithmétiques préparées par l'enseignant (voir figure 5). Dans l'ensemble « nombres et calculs », parmi les notions propres au CM2 et après avoir révisé additions, soustractions et multiplications – opérations en principe acquises, le professeur a repris les divisions à un puis deux ou trois chiffres (mais sans virgules), à Noël il n'exigeait pas que ces dernières soient parfaitement maîtrisées mais elles étaient régulièrement utilisées et des problèmes arithmétiques y faisant appel étaient proposés. Un énoncé de ce type a donc été choisi pour figurer sur la fiche d'activité. Les fractions et nombres décimaux faisant l'objet de séances trop récentes et trop peu nombreuses, elles n'ont pas été retenues pour l'activité (les élèves étaient plus à une étape d'initiation à l'issue du premier semestre). Par ailleurs, dans l'item « grandeurs et mesures », les masses et les longueurs ont été bien révisées avec des activités de problèmes « dont la résolution implique des conversions », conformément au programme officiel de 2008. Deux énoncés portant sur ces notions ont donc été ajoutés pour finir la fiche à soumettre à la classe afin de finaliser le recrutement des cas d'étude.

Evaluation de raisonnement mathématique
Cycle 3 – année 3

Compétences disciplinaires visées :

- Résoudre une situation relevant des longueurs	5	4	3	2	1
- Résoudre une situation relevant des masses	5	4	3	2	1
- Résoudre une situation relevant de la division	5	4	3	2	1
- Présenter clairement ses solutions	5	4	3	2	1

1 – Pour aller au collège l'année prochaine, je marcherai 3 hm dans la rue puis je monterai dans le bus pour parcourir 8 km, et il me restera 100 m à effectuer à pied pour arriver à la porte de l'établissement.

- Quelle distance devrai-je parcourir à chaque trajet en hm ? en km ?
- Quelle distance devrai-je parcourir chaque jour en km, sachant que je resterai à la cantine le midi ?

2 – Pour préparer une tarte, tu as besoin d'une pâte de 200 gr, de 8 hg de pommes et de 20 dag de compote.

- Quelle est la masse de la tarte en g ? hg ? kg ?
- Si tu coupes cette tarte en 6 parts égales, quelle sera la masse de chaque part, en g ? en dag ?

3 – Un groupe d'amis part en vacances pour visiter une région française. En calculant leurs dépenses, ils observent que le trajet leur a coûté 640€, la nourriture 200€ et les visites 320€.

- Sachant qu'ils sont 8 amis, quel est le prix du voyage pour une personne ?
- Sachant que leurs vacances ont duré 5 jours, à combien revient une journée de vacances pour chaque ami ?

1

2

3

Figure 6 Fiche d'activité de problèmes arithmétiques.

Parmi les quatre catégories de problèmes distinguées dans la partie théorique qui précède (problèmes d'application, problèmes de découverte, problèmes ouverts et situations-problèmes), c'est dans la première que s'inscrivent les énoncés élaborés pour l'étape de collecte de données. L'objectif à ne pas perdre de vue est l'observation de la réussite des élèves, or c'est ce que permettent les problèmes d'application puisqu'ils visent à rendre opératoires des notions et techniques apprises en amont. Dans les problèmes de découverte, il s'agit, comme l'indique l'intitulé, de découvrir une notion ou une technique et la réussite au sens de l'acquisition d'un apprentissage ne peut donc y être observée puisqu'elle le précède. Dans les problèmes ouverts, c'est plutôt la démarche choisie par les apprenants qui est à noter – la réussite de ce type d'exercice montrera une performance intéressante puisque seront présents à la fois le cheminement et la réponse à la question, néanmoins c'est une activité complexe plutôt proposée au collège. Enfin, dans les situations problèmes, les apprenants doivent élaborer une démarche pour découvrir de nouvelles connaissances, ce qui implique l'impossibilité de remarquer la réussite des élèves sur des éléments en principe acquis. Ainsi, lorsque cet enseignant prévoit de proposer des problèmes mathématiques, il s'agit systématiquement de problèmes d'application pour que les élèves choisissent l'opération la plus adaptée ou réfléchissent à la nécessité d'effectuer une conversion par exemple, pour répondre à la question posée. Il semblait donc logique et légitime, compte-tenu de la problématique de recherche, de rester dans des problèmes d'application.

L'activité préparée a fait l'objet d'une séance à la mi-janvier. Le recul nécessaire sur les notions abordées au premier semestre et l'observation des apprenants imposaient d'attendre la rentrée de janvier ; de plus, les premiers jours de la reprise sont plutôt l'occasion de réactiver des connaissances qui semblent parties en vacances en même temps que les enfants, l'enseignant conseillait donc de laisser passer deux semaines. C'est aussi à ce dernier qu'a été confié la tâche de mener la séance pour que le groupe travaille « comme d'habitude » dans un « contexte normal » : le fait qu'un tiers mette en place une activité peut parasiter les résultats ou leur qualité. La présentation de la fiche préparée a même été calquée sur les évaluations de problèmes données habituellement[24] afin de réduire au maximum l'existence de facteurs pouvant distraire les élèves et leur montrer que le travail n'émanait pas du professeur.

L'activité était programmée pour une demi-heure environ, ce qui laissait le temps aux élèves d'effectuer les trois problèmes et de se relire consciencieusement. L'enseignant a demandé aux CM2 de sortir leurs tableaux de conversion des masses et des longueurs puis leur a distribué la fiche et a procédé comme pour chaque évaluation. Pour commencer, il leur a demandé de lire le premier exercice dans leur tête puis le leur a relu, faisant ensuite de même pour les deux suivants. Dans un deuxième temps, il a attiré leur attention sur les compétences visées, demandant à un apprenant de les lire et il leur a rappelé que pour chaque question, il fallait faire apparaître une égalité plus une phrase. Il leur a enfin conseillé de bien lire les énoncés, même plusieurs fois si cela s'avérait nécessaire. Tous se sont alors mis au travail individuellement. Les plus rapides – parmi lesquels Julie, Eugénie, Louise et Clara – ont fini au bout d'une vingtaine de minutes, bien avant les autres qui ont pu bénéficier d'un quart d'heure supplémentaire, terminant donc leur travail au bout de trois-quarts d'heure à peu près (cette marge est souvent accordée au groupe car le rythme de travail de la classe est très hétérogène). A la fin de la séance, les feuilles ont été ramassées et transmises au chercheur pour que les résultats soient étudiés ; le professeur a également prévenu les élèves de la démarche en leur

[24] Les fiches de problèmes travaillées au quotidien sur le cahier d'essai n'ont pas été prises pour modèle puisque les apprenants ne présentent pas leurs réponses convenablement et manquent parfois de concentration. En évaluation, ils se concentrent davantage et rédigent proprement leurs résultats.

expliquant que leurs évaluations serviraient pour la recherche de le chercheur qu'ils avaient l'habitude de voir au fond de la classe.

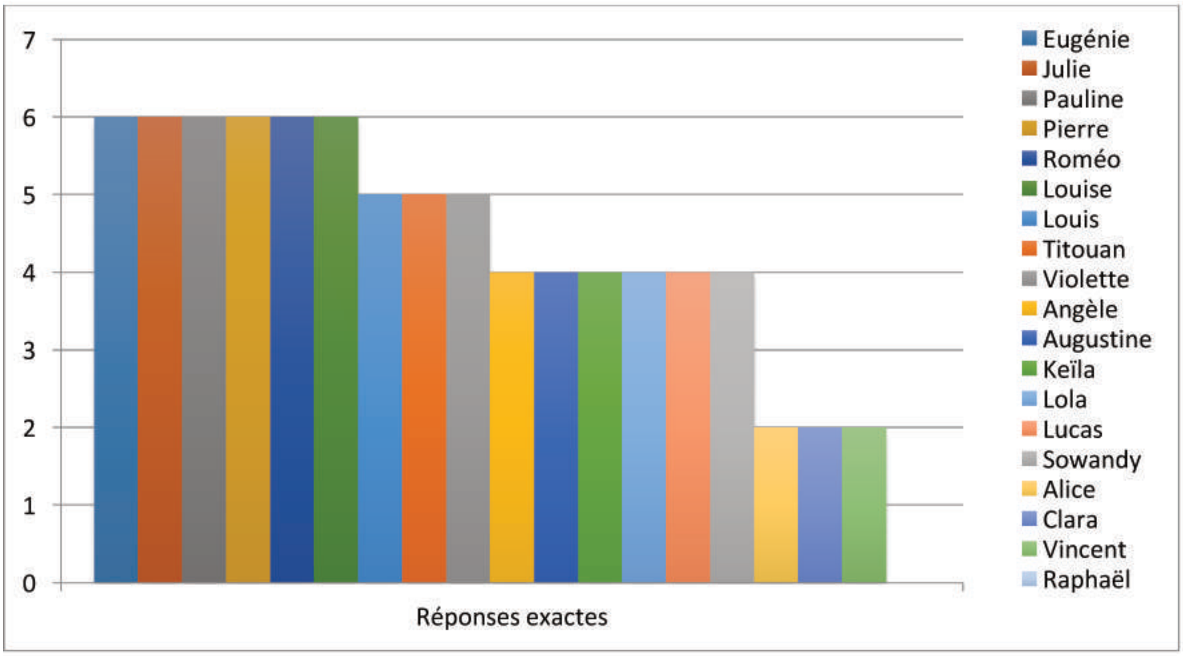
Un tableau récapitulant la nature des réponses (exactes ou erronées) de l'ensemble des apprenants a été construit pour comparer les résultats obtenus avec ceux de l'évaluation de l'enseignant.

	Exercice 1		Exercice 2		Exercice 3	
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
Alice	× (souci de conversion)	× (souci de conversion)	× (souci de conversion)	× (souci de conversion)	☺	☺
Angèle	☺	☺	☺	☺	× (opération inadaptée)	× (démarche correcte)
Augustine	☺	☺	× (erreur de calcul)	× (démarche invisible)	☺	☺
Clara	× (incomplet)	× (démarche correcte)	× (erreur de calcul)	× (démarche correcte)	☺	☺
Eugénie	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Julie	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Keïla	☺	× (opération inadaptée)	☺	☺	☺	× (opération inadaptée)
Lola	× (erreur de calcul)	× (démarche correcte)	☺	☺	☺	☺
Louis	☺	☺	☺	× (opération inadaptée)	☺	☺
Louise	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Lucas	☺	☺	☺	× (souci de conversion)	☺	× (opération inadaptée)
Pauline	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Pierre	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Raphaël	× (opération inadaptée)	Ø	× (opération inadaptée)	Ø	× (opération inadaptée)	Ø
Roméo	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Sowandy	☺	× (démarche invisible)	☺	☺	☺	Ø
Titouan	☺	× (erreur de calcul)	☺	☺	☺	☺
Vincent	× (incomplet)	× (démarche correcte)	× (incomplet)	☺	☺	× (opération inadaptée)
Violette	☺	× (erreur de calcul)	☺	☺	☺	☺

Tableau 6 : Nature des réponses données par les apprenants à l'activité de problème arithmétique proposée par le chercheur (☺ bonne réponse, × réponse erronée, Ø absence de réponse).

Sont considérées comme exactes les réponses dont la démarche et le résultat final sont justes. Pour les réponses erronées, la nature de l'erreur est précisée entre parenthèses : certains ont fait des erreurs de conversion, d'autres des erreurs de calcul – bien que les élèves puissent utiliser la calculette certains préféraient s'en passer, parfois l'opération choisie ne permettait pas d'arriver au résultat, à plusieurs reprises aucune démarche n'était présentée et ne figurait qu'une réponse fausse, dans d'autres cas la solution n'était pas juste puisque basée sur les résultats erronés de la question précédente mais la démarche était néanmoins correcte, enfin il n'y avait quelque fois qu'une ébauche de démarche ne permettant pas d'aboutir à la solution.

De la même manière que précédemment, ces éléments ont donné lieu à un histogramme représentant cette fois le nombre de bonnes réponses (et non plus le nombre d'erreurs) données par les apprenants dans l'ordre décroissant (du plus grand nombre de bonnes réponses au plus petit), pour lire plus clairement les résultats.



Graphique 2 : Nombre de réponses exactes obtenues par élève à l'activité de problème arithmétique proposée par le chercheur.

Six élèves ont résolu sans se tromper les trois problèmes proposés : Eugénie, Julie, Louise, Pauline, Pierre et Roméo. Trois autres n'ont fait qu'une seule erreur : Louis, Titouan et Violette. En confrontant ces données aux résultats précédents, les six apprenants précédemment remarqués lors de l'évaluation donnée par l'enseignant semblaient à nouveau sortir du lot et se détacher du reste de la classe par leur réussite constante et remarquable : Eugénie, Julie, Louis, Louise, Pauline et Roméo. Ces derniers n'affichaient pas des résultats variables qui seraient tantôt excellents tantôt médiocres, ils réussissaient de manière quasi systématique en mathématiques. De part ces observations, il convenait de sélectionner ces six enfants pour constituer les cas d'étude. Sélectionner six sujets sur les dix-neuf de la classe revenait à en choisir environ un tiers pour mener une recherche plus approfondie concernant la réussite en mathématiques, quantité recevable en termes de faisabilité et nécessaire pour que l'analyse des résultats soit intéressante et pertinente. La figure suivante récapitule la démarche de sélection de ces six cas d'étude, d'après les deux activités de résolution de problèmes arithmétiques proposées à la classe, tout en gardant à l'esprit la liste d'apprenants qui sortaient du lot à l'issue des observations décrites dans la section précédente.

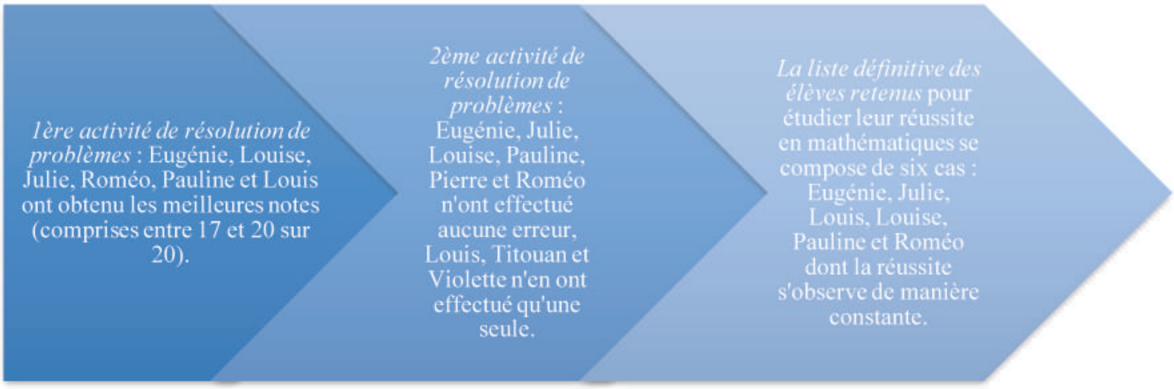


Figure 7 : Sélection définitive des élèves en situation de réussite à l'issue de la phase d'activité collective de résolution de problèmes arithmétiques.

3.2.3. Dialogue pédagogique individuel

Cette dernière partie de la démarche de recherche – la plus importante – marque le réel début de la collecte de données menée pour comprendre le plus précisément possible la réussite en mathématiques des apprenants choisis. Cette étape peut être comparée aux travaux de La Garanderie lui-même lorsqu'il cherchait à comprendre la réussite des « cracks » qu'il observait en classes préparatoires.

> « Nous pensons qu'il est fort intéressant de se renseigner sur la manière dont les élèves s'y prennent pour travailler. Et ces renseignements deviennent particulièrement passionnants lorsqu'ils sont fournis par des cracks, c'est-à-dire par des élèves qui réussissent très bien. » (La Garanderie, 2013, p.42)

Qui peut être mieux placé que l'élève qui réussit pour expliquer comment il procède mentalement pour obtenir les solutions justes ? Comme La Garanderie au niveau des cracks –

et toutes proportions gardées – il parait logique de s'adresser directement aux apprenants de CM2 sélectionnés pour questionner leur réussite.

> « Je vais poser des questions pédagogiques aux très bons élèves. J'instaure avec eux un dialogue pédagogique. » (La Garanderie, 2013, p.43)

Afin de mieux comprendre la réussite dont les élèves peuvent faire preuve en mathématiques et de recueillir un maximum d'informations qui soient les plus complètes possibles, deux temps d'entretien ont été nécessaires.

- *Première série de dialogues : une entrée par les projets de sens et les modalités évocatives*

Chacun des six cas d'étude a été interrogé une première fois en dialogue pédagogique de manière individuelle, à partir de l'exercice de problèmes arithmétiques ayant obtenu les meilleurs résultats par ces six jeunes. D'après le tableau 6 (présenté précédemment), c'est la situation relevant de la division – c'est-à-dire le problème portant sur le groupe d'amis en vacances dans une région française – que les six élèves sélectionnés ont le mieux réussi.

Avant toute chose et afin d'être totalement à l'écoute des évocations de l'apprenant qui s'exprime et de pouvoir rebondir sur celles-ci, il faut préciser qu'il n'est pas judicieux que l'interviewer prenne des notes pendant le temps d'échange. Le dialogue pédagogique doit paraître naturel, sans relation de supériorité de la part de celui qui le mène. Eviter la prise de note contribue à s'échapper d'une situation où l'apprenant pourrait ressentir un jugement ou une évaluation de ses paroles, de plus la trace écrite qui reste peut faire peur et même être un frein aux paroles de certains (« les paroles s'envolent, les écrits restent » déclame le dicton). Toutefois, dans le cadre d'une recherche comme celle-ci, pour pouvoir analyser ce qui a été dit et en faire profiter les élèves, il est de toute importance de garder en mémoire les explications données par ces derniers. Un enregistrement audio (dont la retranscription figure en annexe) est une bonne alternative, à condition que les interlocuteurs donnent leur accord[25]. Avant de commencer les dialogues, il convenait donc de demander aux sujets la possibilité de les

[25] En accord avec la direction de l'établissement, le feu vert a été donné au chercheur pour qu'il interroge les apprenants en dialogue pédagogique et qu'il les analyse dans le cadre de sa recherche sans consulter leurs parents puisque ces temps d'entretiens individuels étaient considérés comme partie intégrante des activités de mathématiques menées en classe. Les prénoms des enfants restent néanmoins inchangés mais les noms de famille ne sont pas donnés pour conserver l'anonymat des enfants.

enregistrer en leur expliquant simplement l'objectif de la manipulation. Aucun d'entre eux n'a refusé et tous semblent avoir oublié la présence du dictaphone discrètement tenu dans une main.

Les dialogues pédagogiques se déroulaient ensuite de la même façon. Après avoir demandé l'accord de l'enfant pour enregistrer ses paroles, il s'agissait de lui présenter et expliquer le contenu de l'exercice puis de requérir à nouveau son assentiment pour le réaliser. C'était seulement après ces formalités que l'activité pouvait commencer – il est important que l'élève interrogé soit libre de répondre, s'il participe au dialogue sous la contrainte l'intérêt s'en trouve diminué.

Le chercheur commençait par présenter la tâche de la manière suivante : « Nous allons revenir sur un problème de mathématiques que tu as fait en classe. Il s'agissait du problème n°3 dont l'énoncé évoquait un groupe d'amis partant en vacances dans une région française. Je vais donc te rendre la fiche que j'avais ramassée, tu vas relire ce troisième énoncé et tu devras repenser à la façon dont tu as procédé dans ta tête pour trouver la réponse. Après je te poserai des questions pour savoir comment tu as fait dans ta tête pour résoudre ce problème. » Ce petit monologue était ponctué d'acquiescements de l'apprenant (de manière verbale ou non verbale), permettant de s'assurer que ce dernier comprenait ce en quoi le travail consistait. Des mini-silences entre chaque phrase leur laissaient par ailleurs la possibilité de poser des questions pour avoir des précisions supplémentaires sur l'échange qui allait suivre ou sur la manière de « repenser à la façon dont ils avaient procédé ».

Pour mémoire, l'énoncé du problème était le suivant :

> Un groupe d'amis part en vacances pour visiter une région française. En calculant leurs dépenses, ils observent que le trajet leur a coûté 640€, la nourriture 200€ et les visites 320€.
>
> - Sachant qu'ils sont 8 amis, quel est le prix du voyage pour une personne ?
> - Sachant que leurs vacances ont duré 5 jours, à combien revient une journée de vacances pour chaque ami ?

Ce problème arithmétique se compose d'un texte mentionnant les dépenses totales d'un groupe d'amis pour leurs vacances et de deux questions. Les données numériques sont écrites en chiffres, ce qui peut faciliter leur prise en compte. Pour répondre à la première interrogation, l'idée est de partager en huit le total des dépenses, ce qui implique une étape intermédiaire non demandée : effectuer la somme de toutes ces dépenses. (Il est possible que certains élèves aient pensé à partager chaque dépense en huit et calculent ensuite la somme des résultats obtenus mais cette méthode se montre plus coûteuse.) Pour la question suivante, il faut prendre appui sur la réponse obtenue précédemment et la partager à nouveau, en cinq cette fois. L'énoncé comme la démarche se montrent assez linéaires, les apprenants pouvaient procéder petit à petit, calcul après calcul comme ils le font le plus souvent. Néanmoins les deux étapes de la première question pouvaient être réunies en une seule « grosse » opération si les apprenants se donnaient une vision plus globale de la situation.

Après la phase de présentation, la fiche était donnée à l'élève pour qu'il se remémore l'énoncé du problème et la façon dont il avait procédé pour obtenir le résultat. Le temps n'était pas limité pour cette étape, l'apprenant disposait d'autant de minutes qu'il en avait besoin, après lesquelles il devait expliquer comment il avait opéré dans sa tête pour résoudre le problème en s'exprimant librement et en répondant aux questions de son interlocuteur. Enfin, l'échange se clôturait en remerciant le dialogué d'avoir participé à l'exercice.

La Garanderie distingue plusieurs finalités pour ce type d'échange dont la suivante est souvent citée comme une des plus importantes et qu'il ne faut pas perdre de vue :

> « L'un des buts du dialogue pédagogique est de faire prendre conscience au sujet et de ses habitudes cognitives et de sa capacité à en acquérir d'autres, qu'il ignore et dont il peut penser, à tort, qu'elles échappent à ses capacités. » (La Garanderie, *in* Gaté, 2012, p.98)

Si certains élèves devenaient quelque peu conscients de la façon dont ils procèdent mentalement pour résoudre des problèmes arithmétiques, ce serait une première satisfaction. Néanmoins, un autre objectif de cet outil peut amener une contribution intéressante au questionnement suscité par la réussite en mathématiques de certains : en découvrant les différentes manières dont les sujets procédaient pour traiter le problème, les questions de recherche formulées précédemment quant à la compréhension de la réussite en mathématiques – c'est-à-dire, de manière synthétique, l'importance accordée aux évocations, projets de sens et gestes mentaux – peuvent être testées et des éléments marquants peuvent ressortir. Le principe de secret détaillé par Binet[26] lorsque celui-ci pratiquait l'introspection a d'ailleurs été respecté : les apprenants interrogés n'étaient pas informés de cet objectif « caché » recherché par l'interviewer, ceci afin d'éviter des réponses orientées ou qu'ils en fassent « trop » pour aider ce dernier.

[26] Cf. chapitre théorique p.70.

De son côté, le chercheur ne se présente pas « les mains vides » lorsqu'il interroge un individu en dialogue pédagogique. Il doit maîtriser les différentes notions-clés de la gestion mentale pour questionner, reformuler ou recentrer l'entretien de manière pertinente sur des éléments qui permettront à l'élève interrogé de mieux se dévoiler sur ses procédures mentales. Pour ne rien oublier, une fiche de trame du dialogue a été préparée (voir figure 8 ci-après), sur laquelle figuraient les étapes à respecter, puis la liste des éléments pouvant donner lieu à un questionnement.

Trame des entretiens

- Accueil
- Accord :
  - Participation
  - Enregistrement
- Présentation de l'exercice
- Objectif : « Le but est que tu prennes conscience de ta façon de procéder pour résoudre un problème de mathématiques, cela peut t'aider pour réussir à nouveau, en maths mais dans d'autres matières aussi. »
- Éléments à questionner

Évocations

- Nature : visuelles, verbales, auditives, kinesthésique...
- Lieu : temps, espace
- ...

Paramètres

- P1 : évocations concrètes
- P2 : évocations de code
- P3 : liens logiques
- P4 : imagination

Projets de sens

- Appliquant/Expliquant
- Découvreur/Inventeur
- Avec les choses/Auprès des autres
- Finalités/Moyens
- 1ère personne/3ème personne
- Argumentateur/Problématiseur
- Composant/Opposant
- Recordman/Compétiteur

Gestes mentaux

- Attention
- Mémorisation
- Compréhension
- Réflexion
- Imagination

Figure 8 : Fiche de trame préparée par le chercheur qui l'avait sous les yeux pendant l'entretien en cas de besoin.

Ces six entretiens individuels duraient près d'une demi-heure chacun, répondant aux conseils de l'enseignant qui préconisait de s'en tenir à un échange d'une demi-heure maximum pour qu'il soit aussi enrichissant que profitable à l'enfant. N'ayant jamais été confrontés à ce genre d'exercice, il n'était pas évident pour les élèves de répondre à des questions portant sur leur fonctionnement mental mais ils se sont « prêtés au jeu » et ont donné des éléments de réponses fort intéressants.

Dans une pré-analyse de chaque dialogue, il s'agissait ensuite de dresser une liste de ce que l'échange avait permis d'observer et de découvrir à propos du fonctionnement mental des différents sujets, et de pointer les aspects méritant d'être approfondis. Très rapidement, il est ressorti que les entretiens traitaient presque exclusivement des modalités évocatives et des projets de sens des apprenants (tableau 7 ci-après). Dans la fiche préparée en amont (figure 8), l'interviewer avait prévu d'orienter ses questions sur la nature des évocations, les projets de sens et les gestes mentaux principalement, éléments qu'il attendait de découvrir. Si les deux premières catégories avaient été traitées, des vérifications s'avéraient nécessaires ; de plus les gestes mentaux avaient été laissés de côté et il était impératif de les interroger.

Élèves	Éléments à vérifier dans le 2ème dialogue	Observations effectuées à l'issue du 1er dialogue
Eugénie	• Évocations visuelles et verbales • Réflexion des opérations • Appliquant/expliquant • Avec des choses/auprès des autres • Finalité/moyens • 1ère/3ème personne • Similitudes/différences	• Dans le temps • Témoin de sens • Recordman • Auprès des choses • Évocations visuelle et verbale
Julie	• Nature des évocations • Acteur/témoin de sens • 1ère/3ème personne • Finalité/moyens • Appliquant/expliquant • Avec des autres ?	• Évocations visuelles au début • Linéaire, dans le temps • Recordman
Pauline	• Nature des évocations • Avec des autres ? • Appliquant/expliquant • Composition ? • 1ère/3ème personne • Acteur/témoin de sens • Finalité/moyens	• Évocations verbales • Dans le temps • Recordman
Louis	• Evocations visuelles ? • Spatial/temporel • Finalité/moyens • Avec des choses/auprès des autres • 3ème personne ? • Opposition/composition	• Inventeur • Recordman • Evocations verbales • Mémorisation/imaginaire d'avenir • Application
Louise	• 1ère/3ème personne • Opposition ? • Similitudes ? • Découvreur/inventeur	• Evocations verbales • Dans le temps, linéaire • Avec des choses • Application • Recordman • Moyens
Roméo	• Comparaisons ? • Nature des évocations ? • Lieu de sens • Opposant/composant	• Evocations verbales • Avec des choses • Recordman • Application

Tableau 7 : Grille de pré-analyse effectuée après la première série d'entretiens.

N.B. : Dans la deuxième colonne du tableau qui précède, les éléments suivis d'un point d'interrogation semblent avoir été observés dans le premier dialogue mais méritent d'être vérifiés dans le suivant.

Un retour dans la classe s'imposait ainsi rapidement par le biais des gestes mentaux et quelques précisions sur les évocations et projets de sens se devaient d'être amenées pour éclairer cette première série de dialogues pédagogiques.

- *Deuxième série de dialogues : questionner les gestes mentaux et approfondir certaines découvertes ayant émergé lors du précédent dialogue*

La tâche donnée aux élèves pour ce deuxième échange individuel était un nouvel énoncé de problème qu'ils ne connaissaient pas et qui avait été élaboré – comme les précédents – à partir des connaissances en principe maîtrisées en ce début de deuxième semestre puisqu'abordées lors de la première moitié de l'année. L'introspection rétrospective, c'est-à-dire le fait de revenir sur une activité déjà réalisée, est relativement difficile (comme c'était le cas de la tâche sur laquelle se fondait le premier dialogue), et il s'agissait de préparer un nouvel exercice qui s'inscrive néanmoins dans le même registre que le précédent. En outre, cet énoncé étant inconnu et devant servir de support pour une activité mentale, il ne pouvait pas être trop long : une seule question était ainsi posée à la fin de ce problème arithmétique dont la situation relevait à nouveau de la division.

L'intitulé était le suivant : « Une école dépense 100 € pour emmener une classe de 23 élèves avec son enseignant et un stagiaire au théâtre où ils vont assister à un spectacle. Combien coûte la place pour une personne ? » Une difficulté de l'énoncé réside dans les données numériques dont certaines sont rédigées en chiffres et d'autres en lettres (*100 €*, *23* élèves, *un* enseignant et *un* stagiaire). Concernant la procédure, elle est proche de celle à mettre en œuvre dans le problème précédent (du groupe d'amis partis en vacances) : il s'agit du partage du prix dépensé par l'ensemble d'un groupe pour aller au théâtre, ce qui implique un calcul intermédiaire pour obtenir le nombre total d'individus ayant participé à cette sortie. Cette opération intermédiaire est simple (23+1+1 ou 23+2), il est donc probable que les élèves l'effectuent mentalement et n'aient pas l'impression d'avoir réellement « un calcul à faire », l'essentiel étant qu'ils n'escamotent pas cette étape quelle que soit la manière de l'effectuer. Une fois encore le problème convient aux élèves qui procèdent de façon linéaire mais ceux qui s'en donnent une représentation plus globale peuvent s'y retrouver tout autant.

De la même façon que lors du premier dialogue pédagogique, l'accord de participation et d'enregistrement a été sollicité avant de commencer puis la tâche a été présentée mais avant de laisser les apprenants s'y plonger, une précision leur a été apportée en ces termes : « les questions porteront sur ta façon de procéder dans ta tête pour résoudre le problème, la réponse en elle-même n'a que peu, voire pas, d'importance. » Lors des premiers entretiens, en leur demandant simplement « comment as-tu fait dans ta tête pour résoudre le problème ? », tous avaient commencé par décrire les opérations qu'ils avaient effectuées sans expliquer réellement ce qui se passait dans leur tête. Annoncer d'emblée le type de questions qui allait être posé pouvait aider les enfants à préparer leurs réponses de manière plus ajustée, se mettant ainsi en projet.

Pour préparer ces nouveaux dialogues pédagogiques, le chercheur avait gardé la trame précédente d'aspects à questionner (figure 8), listé brièvement les éléments découverts pour chaque apprenant à l'issue des premiers entretiens (tableau 7) et surtout, redéfini les gestes mentaux sous la forme d'un schéma centré (figure 9 ci-après) pour mieux les interroger sans risquer d'en oublier certains aspects.

Figure 9 : Schéma récapitulatif des gestes mentaux.

D'après cette deuxième série d'entretiens, il est ressorti que la tâche proposée de problème arithmétique supposait l'utilisation plus marquée des gestes d'attention, de compréhension et de réflexion. L'attention était sollicitée notamment dès le début de l'exercice, alors que le sujet devait se mettre en projet de rendre présent mentalement ce qu'il percevait ; la compréhension l'était lors de la confrontation d'évoqués d'attention avec des évoqués mémorisés (antérieurement), cette comparaison permettant de dégager des intuitions de sens et de tirer des significations ; la réflexion l'était enfin par des retours à la bibliothèque mentale des apprenants pour chercher parmi leurs évoqués mémorisés, ceux qui permettaient d'enrichir le sens et d'accéder à la compréhension des évoqués d'attention.

Comme précédemment, ces échanges ont duré une demi-heure environ, dépassant de quelques minutes les premiers dialogues. Les gestes mentaux en ont fait l'objet principal et quelques précisions ont été obtenues pour valider certaines observations précédentes. A l'issue de ces deux dialogues pédagogiques menés avec chacun des cas étudiés, l'ensemble des questions préparées semblait avoir été abordées et il y avait matière à analyser. Cette deuxième étape d'échanges individuels avec les apprenants marquait ici la fin de l'étape de collecte de données – dont voici un schéma bilan des différentes parties.

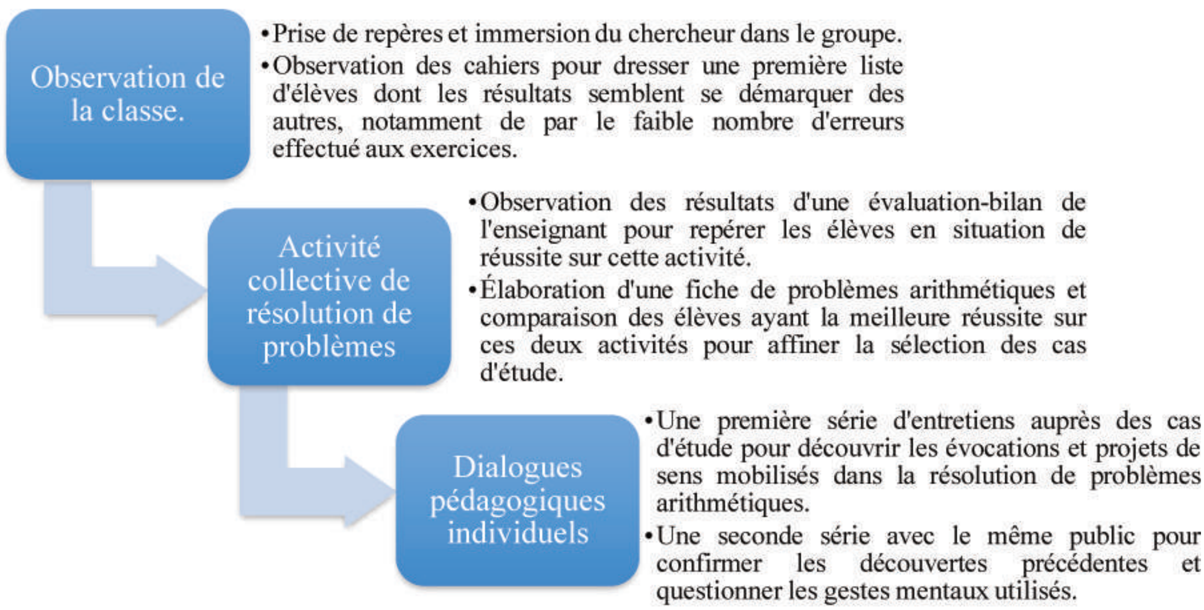


Figure 10 : Schéma récapitulatif de la démarche de collecte des données en trois niveaux.

Après avoir présenté les trois phases d'observation, de sélection des cas étudiés et d'entretiens réalisés auprès de ces derniers, il s'agit ensuite de savoir comment les éléments recueillis[27] ont été traités.

4. Traitement et analyse des données

Les douze dialogues pédagogiques menés avec les six élèves choisis ont été retranscrits mot à mot et dans leur intégralité, constituant un corpus de douze entretiens. L'objectif de la recherche à ne pas perdre de vue est de mieux comprendre, d'après l'apport de la gestion mentale notamment mais également grâce à l'éclairage de la métacognition dont le chapitre théorique a souligné l'intérêt, les procédures de réussite des apprenants de CM2 dont la performance en mathématiques est remarquable. Les textes d'échanges entre l'interviewer et chacun des sujets constituent donc un recueil de données précieux qui permettra, à l'issue du traitement et de l'analyse de ce dernier, de répondre à l'objectif visé.

L'étude des résultats se déclinera en deux étapes distinctes et complémentaires. Dans un *premier temps*, un portrait clinique des élèves interrogés sera dressé – clinique au sens d'une description assez précise de chacun (traits de caractère marquants par exemple mais surtout observations relevées à partir des entretiens). La Garanderie insistait sur l'importance de la personne dans les dialogues pédagogiques : le sujet interviewé n'est pas un numéro « lambda » mais une personne à part entière avec ses particularités, son rapport aux autres qui ne peuvent pas être négligés et laissés de côté. Les six apprenants seront ainsi présentés individuellement de par la description de leurs âge, traits de caractère et de personnalité marquants, milieu d'origine, loisirs. Par sa présence pendant les séances de mathématiques durant près de quatre mois, le chercheur a pu collectionner quelques clés pour « cerner » les sujets mais le concours de l'enseignant qui les suit au quotidien reste précieux. Les portraits seront ensuite complétés par les éléments repérés – d'abord au niveau comportemental – au cours des dialogues pédagogiques : avec quelle attitude les enfants abordaient-ils les dialogues ? (Étaient-ils plutôt

---

27 Ces éléments figurent en annexe 4 : un tableau présente à la fois la retranscription des deux séries de six dialogues pédagogiques et l'analyse systématique et « brute » – c'est-à-dire sans traitement ni interprétation – des réponses des interviewés.

méfiants, sur la réserve, ou bien confiants et sûrs d'eux ?) Quel était leur investissement ? (S'avéraient-ils volontaires et intéressés par l'échange ou au contraire assez désinvoltes ?) Les questions semblaient-elles comprises ou étaient-elles peu claires, attendant des reformulations ? Se livraient-ils facilement dans leurs réponses ou restaient-ils plus timides en n'osant pas beaucoup se dévoiler ? Enfin, et c'est ce qui constituera la majeure partie des portraits, pour chaque élève sera présenté ce que les dialogues pédagogiques ont permis de découvrir au regard de la métacognition d'une part et de la gestion mentale d'autre part. Ces entretiens sont l'outil phare des travaux de La Garanderie, ils révèlent donc principalement des informations relatives au fonctionnement mental des individus en terme d'évocations, projets de sens et gestes mentaux, mais les composantes de la métacognition peuvent néanmoins transparaitre des réponses données. Pour effectuer l'analyse la plus fine et systématique possible de l'ensemble du corpus – et avant d'en arriver à la rédaction – le chercheur a relevé au brouillon, séparément selon le lien avec la métacognition ou la gestion mentale, à l'aide d'un code couleur pour chaque aspect observé et pour chaque apprenant les extraits d'échange faisant ressortir des éléments relatifs à ces deux approches[28]. Par exemple, lorsque Louis explique « je lis le problème, puis souvent je le comprends, quand je ne le comprends pas je le relis une deuxième fois puis là je comprends », le chercheur considère que pour la métacognition, cette façon de présenter le début de sa démarche pour résoudre le problème pourrait traduire une connaissance métacognitive sur la tâche. De même, quand Louis déclare au début du premier dialogue pédagogique « dans ma tête je me dis d'abord qu'il faut additionner puis après j'additionne », le chercheur analyse ces éléments – au regard de la gestion mentale – de la manière suivante : en vert les mots qui font penser que l'élève pourrait se faire des évocations verbales, en orange les connecteurs l'amènent à supposer que les évocations sont placées dans le temps. Le tableau qui suit rassemble les différents indicateurs repérés au cours des dialogues pédagogiques et qui permettent au chercheur d'analyser les réponses données par les apprenants – ces éléments doivent notamment guider le lecteur pour mieux comprendre et décrypter comment l'analyse systématique des entretiens a été effectuée dans l'annexe 4.

[28] Voir en annexes 5 un exemple de ces brouillons.

Éléments d'analyse	Indicateurs permettant de retrouver ces éléments dans le discours des apprenants
Évocation auditive ou verbale	Termes se rapportant à l'ouïe ou à la parole (tels que les verbes *dire*, *entendre*, *parler*) dans la description d'un état ou d'une activité mentale, absence de marqueurs visuels dans une description.
Évocation visuelle	Termes se rapportant à la vue (tels que les verbes *voir* ou *regarder*) dans la description d'un état ou d'une activité mentale, détails relativement précis, des adverbes de lieu (*à côté*, *là*) laissant imaginer que l'élève visualise une scène.
Évocation de mouvement	Termes se rapportant à un mouvement (tels que le verbe *bouger*) dans la description d'un état ou d'une activité mentale et montrant que la scène n'est pas fixe – ce type d'évocation n'a été observé explicitement que dans l'échange mené avec Louis.
Lieu de sens du temps	Connecteurs temporels (tels que *après*, *là et là et là*, *d'abord*, *puis*…), présentation d'une successivité d'idées (avec des expressions comme *petit à petit*) montrant une certaine chronologie du discours et des procédures utilisées.
Lieu de sens de l'espace	Anticipation de la solution en trouvant une *valeur approchée*, sans procéder par une succession d'étapes mais « en une seule fois » – Julie semble être la seule à se donner un aperçu global du résultat.
Geste d'attention	*Se représenter l'énoncé* en l'évoquant laisse penser que l'élève s'y est rendu attentif.
Geste de mémorisation	Mobilisé explicitement par Louis seulement lorsqu'il détaille comment il procède dans sa tête pour *se souvenir* d'une leçon.
Geste de compréhension	Présence de certains projets de sens tels que celui *d'application-explication*, de *finalité-moyen*, recherche de *liens de similitudes ou de différences* qui témoignent d'une recherche de compréhension.
Geste de réflexion	*Recherche ou évocation de calculs* à effectuer pour résoudre le problème, montrant des allers-retours dans la bibliothèque mentale pour mobiliser des outils mémorisés.
Geste d'imagination	Présence du verbe *s'imaginer* et du projet de sens découvreur-inventeur, détails inédits ajoutés au texte initial – relevé là encore uniquement dans les réponses de Louis.
Projet d'acteur ou témoin de sens	Lorsque l'élève s'inclut dans la scène qu'il se représente, qu'il s'imagine faisant les calculs pour résoudre le problème ou se voyant les faire, il aurait tendance à être plutôt acteur de sens. Dans le cas où il en est spectateur, qu'il se sent extérieur, il serait plutôt témoin de sens.
Projet de 1ère ou 3ème personne	La reformulation des énoncés par l'apprenant à sa façon, l'emploi du *je* pour expliquer sa démarche de résolution témoignent de l'utilisation de la 1ère personne. Quand la reformulation reprend les mots de l'énoncé « tels quels », que les calculs sont évoqués par des pronoms impersonnels, la 3ème personne semble plus favorisée.
Projet d'application ou d'explication	Évocation du sens des opérations (notion de *partage* par exemple), emploi du mot *expliquer* à propos de l'aide apportée à ses pairs : explication. Description « technique » des opérations, de leur aspect visuel (*une barre verticale et une petite horizontale* pour la division par exemple) : application.

Projet de finalité ou de moyen	Si une grande importance accordée à la démarche l'apprenant semble privilégier les moyens, quand il attache plus d'attention au résultat il privilégierait plutôt la fin.
Projet de recordman ou de compétiteur	L'envie de se dépasser soi-même, d'être rapide pour enchaîner les activités ou de prendre son temps pour être encore plus sûr de soi sont plutôt caractéristiques du recordman – aucun élève n'a paru compétiteur d'après les réponses données.
Projet d'opposition ou de composition	Quand il écoute les autres en acquiesçant et en mettant sa propre démarche de côté, l'apprenant peut paraître composant.
Projet de découvreur ou d'inventeur	L'utilisation du verbe *inventer* se rapportant à une démarche qui se veut originale en l'occurrence, les descriptions inédites caractérisent l'inventeur.
Projet d'argumentateur ou de problématiseur	L'apport de nombreux détails apportés aux réponses de l'élève sur sa façon de procéder amène à le supposer argumentateur.
Projet d'être avec les autres ou auprès des choses	Lorsque l'élève semble plus à l'aise seul avec ses propres outils pour effectuer la tâche proposée il est plutôt auprès des choses, s'il préfère un soutien oral de la part de l'enseignant ou de ses pairs il est davantage avec les autres.
Liens de similitudes ou de différences	Comparer plusieurs opérations pour observer les ressemblances, faire des relations entre des notions, utiliser des expressions telles que *c'est pareil*, *c'est comme*, montrent des liens de similitudes ; éliminer les opérations une à une en fonction de leurs particularités et de leurs divergences laisse voir des liens de différences.
Connaissances métacognitives sur les personnes	Évocation des connaissances qu'a l'apprenant sur lui-même ou sur ses pairs avec l'utilisation du *je* notamment – cela peut être par exemple une tendance à être plutôt rapide à comprendre de manière générale (pas en résolution de problèmes spécifiquement).
Connaissances métacognitives sur la tâche	Évocation des connaissances qu'a l'apprenant sur lui-même résolvant des problèmes, par exemple qu'il faut accorder une grande importance à la lecture de l'énoncé.
Connaissances métacognitives sur les stratégies	Évocation des connaissances qu'a l'apprenant des stratégies qui sont efficaces (pour lui), par exemple le fait d'être performant en calcul mental.
Habileté métacognitive de planification	Description de la démarche de résolution ou d'étapes de résolution dans les réponses données par l'élève, telle que la représentation mentale des données par exemple.
Habileté métacognitive de contrôle	Éléments de vérification de la cohérence des résultats et de l'efficacité des stratégies choisies.
Habileté métacognitive de régulation	Éléments montrant une validation de la démarche utilisée et des solutions obtenues.

Tableau 8 : Indicateurs repérés dans les réponses données par les apprenants pour chaque catégorie d'analyse.

C'est à partir de l'ensemble de ces éléments que le texte a ensuite pu être construit. Cette étape de *traitement* des données recueillies est fondamentale : rassembler de manière plutôt abrupte toutes les idées repérées permet non seulement d'asseoir les bases sur lesquelles l'analyse sera effectuée ensuite, mais protège aussi le chercheur d'une analyse trop rapide et pas assez solidement menée. Comme le joaillier reçoit des pierres brutes qu'il taille pour concevoir des bijoux, le chercheur a besoin d'un matériau « brut », de données « naturelles » au sens où elles n'ont pas été modifiées pour les travailler après. A l'issue de ce traitement intra-individuel des dialogues pédagogiques (c'est-à-dire d'après les observations effectuées concernant chaque élève l'un après l'autre), une première *analyse* assez linéaire et systématique pour chacun des sujets sera effectuée – toujours d'après le double éclairage de la métacognition et de la gestion mentale – tout en cherchant à être la plus exhaustive possible. Quelles métaconnaissances sont utilisées par les apprenants ? Quelles habitudes mentales semblent privilégiées dans le fonctionnement de ces derniers ? Peuvent-ils témoigner d'une certaine adaptabilité ? – À noter que la didactique des mathématiques sert la recherche dans les éléments de connaissance qu'elle apporte à propos de la réussite en la matière et de l'activité de résolution de problèmes. L'analyse effectuée à cette étape du travail se focalise sur les procédures mentales utilisées par les élèves au regard des approches de la métacognition et de la gestion mentale, la didactique n'apparaît donc pas de la même façon que les deux autres champs convoqués mais reste néanmoins omniprésente. – Le tableau suivant récapitule le plan qui sera suivi pour analyser chacun des six cas étudiés.

Analyse intra-individuelle
• **Portrait clinique de l'élève** • Description générale : âge, traits de caractère, milieu d'origine, loisirs. • Comportement vis-à-vis des entretiens : attitude (élève réservé ou confiant), investissement dans les réponses, compréhension des questions. • **Éléments métacognitifs repérés** • Connaissances métacognitives observées : sur les personnes, sur la tâche, sur les stratégies. • Habiletés métacognitives : mise en place de la planification, du contrôle, de la régulation. • **Analyse d'après les concepts de la gestion mentale** • Nature des évocations. • Lieu de sens des évocations. • Projets de sens mobilisés. • **Profil synthétique de l'élève au regard des deux types d'analyse**

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des thèmes abordés dans la première étape d'étude des résultats.

Dans un *second temps*, une analyse interindividuelle des dialogues pédagogiques sera envisagée : qu'y a-t-il de commun et de divergent entre ces six élèves ? Ils sont en situation de réussite mais peuvent l'être de manière différente : qu'est-ce qui peut être observé par rapport à cette réussite ? Une analyse fine des entretiens tant du point de vue des principales composantes de la métacognition que de celui des concepts fondamentaux de la gestion mentale sera importante en vue de resituer plus tard les résultats dans des domaines théoriques plus larges (dans le dernier chapitre). Ce traitement des entretiens se fera par une entrée thématique notamment. La question du rôle qu'accordent les apprenants à la mise en projet ou au choix des connaissances métacognitives à mobiliser constitueront des thèmes d'analyse – au même titre que l'utilisation d'habiletés cognitives, la mise en place d'une activité évocative ou encore l'utilisation des gestes mentaux – dans lesquels des observations relatives aux six cas d'étude seront confrontées. En réalité, plus que par diverses thématiques choisies au hasard, l'entrée dans une analyse fine des dialogues pédagogiques se fera par les fonctionnements « gagnants » repérés qui semblent être des facteurs de réussite, éléments précisément recherchés par le chercheur puisque l'objectif est de mieux connaître et comprendre cette réussite.

Pour une analyse précise des dialogues pédagogiques qui amène à répondre le plus justement possible à la problématique de recherche, il semble judicieux de rappeler les questions de recherche élaborées à la fin du chapitre précédent :

- ✓ De quelles **connaissances métacognitives** les apprenants semblent-ils détenteurs à propos des personnes, de la tâche et des stratégies lorsqu'ils sont confrontés à une activité de résolution de problème en mathématiques ?
- ✓ Comment les élèves organisent-ils la résolution de problèmes arithmétiques d'application ? C'est-à-dire comment mettent-ils en œuvre l'habileté métacognitive de **planification** pour résoudre des problèmes donnés ?
- ✓ Par quels moyens les apprenants s'y prennent-ils pour vérifier le bon déroulement de leurs procédures de résolution et l'efficacité des connaissances et stratégies choisies ? Autrement dit, comment effectuent-ils l'habileté métacognitive de **contrôle** ?
- ✓ Quels éléments permettent aux élèves d'adapter leur mode de résolution ? Comment effectuent-ils une **régulation** de leur travail ?

- ✓ Les représentations mentales que se font les apprenants des problèmes qui leur sont donnés peuvent-elles être identifiées et selon quelles modalités ? Autrement dit, quelles sont leurs **évocations** ?

- ✓ Des **projets de sens** sont-ils mobilisés et, dans l'affirmative, quelle en est leur compréhension ? Sont-ils en adéquation avec le fonctionnement mental de l'élève et les problèmes présentés ?

- ✓ Quelle importance est accordée aux **actes de connaissance** ? Les apprenants effectuent-ils les gestes mentaux qui leur correspondent au cours des différentes étapes de résolution de problème en mathématiques, et si oui, comment les utilisent-ils ?

Une grille d'analyse peut être construite à partir de ces différentes questions pour considérer l'éclairage que peuvent apporter les deux approches de la métacognition et de la gestion mentale à la réussite des élèves en résolution de problèmes. Dans le registre de la métacognition, de quelles métaconnaissances particulières les élèves interrogés semblent-ils conscients ? Les mobilisent-ils pour résoudre les problèmes arithmétiques qui leur sont proposés ? Lors l'activité en elle-même, comment mettent-ils en œuvre les trois habiletés métacognitives de planification, de contrôle et de régulation ? Comment les adaptent-ils à la résolution de problèmes arithmétiques d'application ? Dans le registre de la gestion mentale, les apprenants évoquent-ils ? Après cette question élémentaire, et dans le cas d'une réponse affirmative, il faut se demander si les évocations ont un registre nettement privilégié ou si les sujets font preuve de souplesse et d'adaptabilité par rapport à la situation dans laquelle ils se trouvent. Ensuite les élèves se mettent-ils en projet ? Si tel est le cas, sont-ils attachés à des projets de sens dominants qu'ils ont l'habitude d'utiliser ? Et quels projets se sont-ils donnés pour la tâche proposée ici ? Permettent-ils de constater une utilisation des gestes mentaux ? Dans l'affirmative quelle est-elle ? Les trois principaux mis en œuvre dans la résolution de problèmes mathématiques sont-ils présents dans les processus mentaux décrits par les sujets ? Comment ces derniers s'y prennent-ils pour comprendre ? Pensent-ils à faire des retours sur leurs acquis ? C'est à cette liste de questions que tentera de répondre l'analyse interindividuelle et thématique des entretiens qui suit dans le prochain chapitre. Le tableau suivant récapitule le plan qui sera suivi pour comparer les fonctionnements mentaux des élèves interrogés.

Analyse interindividuelle

• **Différences de fonctionnement entre les apprenants**
  • Du point de vue de la métacognition.
    • *Des connaissances métacognitives singulières.*
    • *Des différences au niveau de la gestion de l'activité métacognitive.*
  • Du point de vue de la gestion mentale.
    • *Variation dans l'utilisation des gestes mentaux.*
    • *Des lieux de sens différents.*
    • *Des projets de sens variés.*
• **Similitudes de fonctionnement entre les apprenants**
  • Dans l'utilisation de la métacognition.
    • *Des métaconnaissances fédératrices.*
    • *Utilisation semblable des habiletés métacognitives.*
  • Dans l'utilisation de la gestion mentale.
    • *Présence systématique d'une activité évocative.*
    • *Mise en projet pour tous.*
    • *Une certaine dynamique des gestes mentaux.*

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des thèmes abordés dans la deuxième étape d'étude des résultats.

Chapitre 4 : Analyse et interprétations des résultats

La mise en place de la méthodologie décrite au chapitre précédent appelle une présentation et une analyse approfondies des résultats qu'il s'agit à présent de mettre en œuvre. Cette quatrième étape du travail se décline en deux temps. Dans la première partie de l'analyse les six cas d'étude sont décrits individuellement et leurs dialogues pédagogiques sont interprétés finement au regard de la métacognition et de la gestion mentale afin de situer les caractéristiques de fonctionnement de chacun. La seconde partie du chapitre s'attache ensuite à analyser les processus mentaux des apprenants de manière plus transversale en comparant les procédures selon leurs différences et similitudes, l'objectif final étant de mieux comprendre la réussite notable des élèves observée en mathématiques et notamment en résolution de problèmes d'application.

Une présentation objective des données s'impose avant d'entrer dans l'analyse des données. Les douze dialogues pédagogiques constituant le corpus ont duré plus d'une vingtaine de minutes en moyenne, totalisant près d'une heure d'échange avec chaque apprenant interrogé – le tableau suivant précise la durée de chacun des entretiens réalisés.

	Eugénie	Julie	Louis	Louise	Pauline	Roméo
Durée du 1er dialogue	23'	25'	22'	21'	20'	22'
Durée du 2ème dialogue	26'	28'	22'	29'	27'	18'
Durée des deux dialogues	49'	53'	44'	50'	47'	40'

Tableau 11 : Durée des dialogues pédagogiques pour chaque apprenant interrogé.

Les conditions de réalisation ont été conformes aux préconisations envisagées dans le chapitre précédent. Les entretiens se sont déroulés dans la salle des professeurs ou la salle de réunion attenante et ont eu lieu le matin pendant les heures de classe afin de ne pas être perturbés par le passage d'enseignant ou le bruit que font les enfants en récréation. Les élèves ont accepté volontiers de participer aux dialogues pédagogiques et ont répondu aux questions posées sans montrer de gêne ou d'ennui. Le chercheur est quant à lui resté dans une posture d'écoute inconditionnelle de ses interlocuteurs, effectuant les relances nécessaires et essayant d'amener ces derniers à dévoiler le plus possible leur fonctionnement mental. De plus, bien que cela ne soit pas habituel pour les apprenants de se mettre d'égal à égal avec un adulte qui les interroge, l'interviewer a tenté de rester à la deuxième place (en ne monopolisant pas la parole et en ne la coupant pas non plus) et d'amener les apprenants à occuper la première (ce qui n'a pas toujours été facile étant donné la timidité de certains) : même si le volume de discours produit par l'interviewer reste par moments supérieur à celui de l'enfant selon les reformulations effectuées, les relances, les propositions de plusieurs réponses quand ce dernier ne sait pas quoi répondre, le nombre d'interventions des deux partis est strictement équivalent dans chaque entretien. Concernant le contenu, le premier dialogue a permis d'observer principalement la nature des évocations, le lieu de sens dans lequel les élèves situaient leurs évocations ainsi que certains projets de sens et des composantes de la métacognition. Dans le second dialogue pédagogique, ils ont évoqué des informations confirmant les éléments découverts précédemment d'une part, puis les ont enrichies avec des données concernant les gestes mentaux utilisés d'autre part.

1. Analyse intra-individuelle portraits cliniques des élèves interrogés

Il s'agit dans ce premier point de présenter l'un après l'autre chacun des élèves sélectionnés pour la recherche d'une manière assez précise et systématique et d'étudier la façon dont ils ont procédé personnellement (dans leur tête) pour résoudre les problèmes arithmétiques de découverte donnés par le chercheur. Pour commencer, une description rapide introduit chaque apprenant d'après des données personnelles et sociologiques recueillies auprès de l'enseignant d'une part, et des observations effectuées en classe concernant les traits de personnalité, les loisirs, l'attitude au sein du groupe et lors de la participation aux entretiens d'autre part. Succède à cette présentation générale le détail des éléments métacognitifs repérés au sein des entretiens pour tenter d'expliquer, du moins en partie, l'étonnante réussite dont font preuve ces six CM2. Ensuite, une analyse fine des dialogues pédagogiques du point de vue de la gestion mentale vient compléter et enrichir l'éclairage de la métacognition : la contribution des travaux de La Garanderie permet de compléter et d'expliciter certaines caractéristiques alors restées en suspens – telles que les habitudes mentales privilégiées – et d'entrer encore plus en profondeur dans la compréhension de la réussite observée. Pour finir, un profil succinct de chaque élève fait état des deux types d'analyse et tente de les articuler plus étroitement.

1.1. Eugénie

Eugénie est une élève de dix ans qui grandit dans un milieu favorisé – d'après ce que l'enseignant sait de la situation familiale des parents. Elle fait preuve d'une bonne ouverture sur le monde de par les voyages fréquents qu'elle fait à l'étranger avec sa famille notamment. En classe elle est bien intégrée au groupe, bonne camarade, sociable, elle aime participer et aider ses pairs mais reste très modeste et n'est ni imbue de sa personne, ni péremptoire. Sereine par rapport aux enjeux scolaires, cette apprenante studieuse et consciencieuse fait parfaitement et proprement ses devoirs du soir et, présente un travail toujours soigné et bien écrit. Eugénie est aussi musicienne (elle pratique le solfège et la guitare) et très sportive (en course, elle est par exemple l'élève la plus rapide des deux classes de CM2 de l'école).

Lorsque l'enseignant lui a demandé si elle était d'accord pour participer à un entretien avec le chercheur elle a accepté immédiatement et s'est prêtée à l'exercice de manière sincère. Elle s'est réellement investie et livrée en cherchant à répondre du mieux possible aux questions qui lui étaient posées, n'hésitant pas à demander de les reformuler si ces dernières n'étaient pas suffisamment claires. Les réponses données étaient intéressantes, justifiées et plutôt complètes, en phase avec ce qui était attendu par le chercheur.

1.1.1. Éléments métacognitifs repérés

Parmi les réponses qu'elle a pu avancer au cours de ses échanges avec l'interviewer, Eugénie laisse penser qu'elle utilise des **connaissances métacognitives** variées. Des connaissances métacognitives sur des *personnes* ont été repérées. Lorsque l'élève indique « moi je prends [la solution] la plus rapide », elle détaille des connaissances qu'elle a sur elle-même en tant qu'apprenante en train de résoudre un problème mathématique ; après quelques années de pratique de l'activité, elle « se connait » un peu et est en mesure d'affirmer certaines croyances qui la concernent et en l'occurrence certaines qualités qui lui permettent d'accéder aux résultats de l'exercice entrepris. Par ailleurs Eugénie se situe par rapport à ses pairs en se comparant quelque peu à eux – ceci n'impliquant aucun caractère négatif vis-à-vis de ces derniers. Lorsque son interlocuteur lui fait part de sa remarque concernant sa rapidité à travailler elle répond « par rapport aux autres oui », évoquant quelques hypothèses explicatives toujours par comparaison avec ses camarades : « je comprends plus vite que les autres et… peut-être que je tape plus vite sur la calculette ». L'apprenante semble se connaitre et être capable d'évaluer sa performance au sein d'un groupe.

Des connaissances métacognitives sur la *tâche* [de résolution de problème arithmétique] existent puisqu'Eugénie en connait notamment les différentes étapes de résolution. Elle parait savoir que la question posée doit provoquer une ou plusieurs opération(s) (c'est-à-dire des calculs ou bien des comparaisons entre des mesures, quantités…) qui, une fois effectuées, permettent d'obtenir un résultat et donc de répondre à la question du problème. L'apprenante est également consciente de l'importance de ne pas se précipiter en se lançant dans des calculs parfois insensés : le temps consacré à la lecture minutieuse de l'énoncé est gagné pour la suite.

Des connaissances métacognitives sur des *stratégies* sont encore à noter. A plusieurs reprises, Eugénie a montré qu'elle maitrisait ses tables de multiplication et certains résultats de calculs mentaux tels que : $100 \div 2$, $100 \div 4$, $50 \div 2$… L'utilisation de ces acquis mémorisés semble pour elle stratégique : ils lui font gagner du temps, lui évitant par exemple l'utilisation systématique de la calculatrice comme c'est le cas pour un grand nombre d'apprenants. Par ailleurs la connaissance du sens des quatre opérations semble jouer un rôle stratégique dans la résolution des problèmes mathématiques. « Si l'on sait pour une personne le prix mais qu'on ne sait pas pour tout le monde on multiplie » explique-t-elle pour illustrer l'utilisation de la multiplication. « Le voyage en tout il a coûté ça, ça et ça donc il faut additionner tout pour savoir le prix » évoque-t-elle pour détailler sa façon de procéder. Elle indique encore à un autre moment que la division lui fait penser à la notion de partage. Ces connaissances sont précieuses pour résoudre les activités de problèmes arithmétiques de manière efficace : en fonction du sens de l'énoncé et de la question posée Eugénie situe rapidement l'opération à mettre en œuvre, si de plus elle fait appel à des résultats connus comme ceux mentionnés précédemment, elle sera d'autant plus efficace et rapide pour trouver la solution recherchée.

Les métaconnaissances observées à travers le discours de cette élève de CM2 sont utilisées par son activité cognitive, elle-même gérée par les **habiletés métacognitives**. Eugénie entre d'abord dans une logique de *planification*. En mobilisant les connaissances métacognitives qu'elle maîtrise à propos de la tâche et des stratégies notamment : c'est-à-dire consciente de sa façon de procéder pour réaliser ladite tâche en choisissant des stratégies efficaces et pertinentes dans sa bibliothèque mentale : elle organise la résolution des problèmes arithmétiques en étapes. « Je lis l'énoncé, et… je lis les questions et puis après j'essaye de comprendre et je comprends. » La lecture du texte du problème lui permet de se donner une représentation mentale de la scène (en l'occurrence visuelle) qui l'aide dans la phase de compréhension. La dernière étape de planification consiste à « commencer à chercher l'opération qu'il faut faire » explique l'apprenante.

Cette dernière exerce ensuite le *contrôle* de son activité cognitive en surveillant si la méthode qu'elle a choisie est adaptée à l'exercice, si les calculs entrepris sont efficaces et en adéquation avec la question posée. En se parlant dans sa tête elle vérifie ses choix et valide les stratégies de résolution pour lesquelles elle a opté : « parce qu'il y a huit personnes et que c'est le prix total, ils ont demandé pour une personne, donc si on veut avoir le prix pour une personne il faut regarder pour huit personnes et après diviser par huit pour partager. » Eugénie discerne aisément s'il existe d'autres moyens plus rapides pour accéder au résultat mais les sélectionne généralement d'emblée dans la phase de planification. Elle avoue en revanche ne pas anticiper les solutions mais sait qu'une fois qu'elle les aura déterminées, l'ultime étape de résolution consistera à répondre à la question posée par une phrase claire et précise annonçant la réponse.

Enfin, dans l'activité de *régulation* l'élève peut modifier voire corriger sa méthode à partir des observations menées lors du contrôle de son activité cognitive. Etant donné l'étonnante réussite dont elle fait preuve de manière constante et de l'efficacité des stratégies qu'elle met en place d'elle-même presque toujours « du premier coup », cette étape correspond plutôt au moment où Eugénie valide les résultats qu'elle a obtenus et finalise la résolution des problèmes en formulant une phrase-réponse finale.

Globalement Eugénie semble travailler de la manière suivante : après avoir lu l'énoncé, elle s'en donne une représentation mentale en reformulant l'énoncé comme si elle se racontait une histoire ; en d'autres termes, elle s'approprie le texte et organise les données dans sa tête. Ces premières étapes précieuses lui permettent alors de déterminer une stratégie de résolution en réfléchissant aux calculs les plus efficaces en termes de temps et de résultat, aux obstacles à éviter… Elle effectue ensuite les différentes opérations choisies en faisant appel lorsqu'elle le peut à certaines connaissances pour gagner une fois encore en efficacité. Enfin elle valide ses résultats (ou éventuellement critique, auquel cas elle doit revenir en arrière dans sa méthode et exercer quelques aménagements) et répond au problème. Cette trame révèle l'utilisation d'habiletés métacognitives et de connaissances métacognitives relativement riches pour répondre aux activités de problèmes auxquelles elle se confronte. La conscientisation de connaissances et de processus relatifs au fonctionnement mental mis en avant par la métacognition joue sans aucun doute un rôle favorable dans la performance et la réussite d'Eugénie en résolution de problèmes mathématiques. Certaines particularités complémentaires (telles que l'importance des sens de la vue et de l'ouïe) évoquées dans les entretiens avec la jeune élève restent néanmoins inexploités et requièrent l'analyse de la gestion mentale.

1.1.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

L'analyse des données permet de dessiner un profil cognitif de cette élève.

Nature des évocations

En détaillant ses images mentales, Eugénie montre qu'elle a des évocations à la fois visuelles (« Ils mangent, ils dorment, ils s'amusent […] je les *vois* faire tout ça ») et verbales (« je me *dis* qu'il faut marquer le nombre »). Lorsque l'interviewer lui demande si elle se représente la scène dans le premier dialogue, elle répond « je vois huit amis », des images qui restent assez vagues et épurées semble-t-il puisqu'elle n'en donne pas de détails (même s'ils sont sollicités par le chercheur), mais qui sont animées puisque les personnages sont en mouvement et parlent comme dans un film. Eugénie explique que c'est elle qui les fait parler en traduisant l'énoncé sous la forme d'un dialogue en quelque sorte. Au cours du deuxième échange, lorsque le chercheur lui demande ce qui s'est passé dans sa tête dès qu'elle a lu l'énoncé, elle commence par expliquer « je me suis dit y a une maîtresse […] » : elle semble s'être représentée la scène verbalement, en se « reparlant » l'énoncé et n'a décrit des images visuelles que lorsque l'interviewer lui a demandé après si elle avait vu quelque chose dans sa tête – et elle a même fini par révéler que ces dernières ne lui étaient pas utiles puisqu'elles ne l'aidaient pas à trouver la solution. Dans le geste d'attention qu'elle réalise à la lecture de l'énoncé, Eugénie semble donc se servir de manière plus dominante **d'évocations verbales**. En revanche les **évocations visuelles** sont autant utilisées que les évocations verbales lorsqu'elle effectue les opérations dans sa tête : elle les voit alors comme si elles étaient écrites sur une feuille et se parle pour procéder aux calculs comme elle le ferait à l'écrit, les deux types d'évocations semblant alors nécessaires.

Lieu de sens

D'après le fonctionnement qu'elle décrit, l'élève place ses évocations dans un lieu de sens marqué essentiellement par le **temps**. En décrivant la scène, Eugénie évoque différentes étapes qui semblent se suivre les unes après les autres grâce aux adverbes de temps qu'elle emploie : « d'abord », « puis », « après »… Lorsqu'elle invoque les images visuelles qu'elle se fait, l'élève montre également un fonctionnement mental qui semble plus chronologique que global. Chaque action de l'énoncé correspond à une image différente : dans le second problème par exemple, elle explique qu'elle s'est imaginée deux images : « y en a une où *c'était* le maître et le directeur et puis l'autre *c'est* le spectacle ». L'utilisation de deux temps différents – l'imparfait et le présent – peut en outre être interprétée comme une volonté de souligner que les deux images se succèdent dans le temps, il n'y a pas de tableau global de la scène.

Projets de sens

Lorsqu'elle explique les représentations qu'elle se fait des problèmes mathématiques, Eugénie n'emploie pas nécessairement les termes exacts des énoncés, elle s'autorise des reformulations qui lui sont propres et qui lui permettent de mieux comprendre de quoi il s'agit, de mieux saisir le sens de ce qu'elle a lu. Ces données semblent amener l'hypothèse d'un projet de sens d'évocation en **première personne** : lorsqu'elle effectue le geste de compréhension, cette apprenante serait plus à l'aise en commençant par traduire mentalement l'énoncé avec ses mots pour se l'approprier dans sa tête et optimiser sa compréhension. Elle ne s'inclut pas pour autant dans la scène qu'elle se représente : dans chacun des deux dialogues elle a bien précisé au chercheur qu'elle ne se voyait pas dans les images et n'en faisait pas partie. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'effectuer des calculs, Eugénie s'imagine en train de les exécuter : « je me vois écrire » explique-t-elle ; elle affirme aussi qu'elle se parle dans sa tête. Selon la situation, cette élève est capable de rester spectatrice de la scène comme si elle tenait à garder le recul nécessaire à une compréhension efficace de la situation, étant ainsi **témoin de sens** ; à d'autres moments elle s'implique directement comme **actrice de sens** dans la résolution du problème à proprement parler. Ce dernier couple de projet de sens paraît équilibré en ne présentant pas de dominante particulière mais de la souplesse : l'apprenante semble entrer dans la compréhension en traduisant l'exercice dans son propre langage tout en restant en dehors de la situation, après quoi elle entrerait elle-même en action pour réfléchir des acquis mémorisés et accéder à la solution recherchée.

Lorsqu'Eugénie compare les évocations qu'elle se fait des problèmes de mathématiques et les évoqués qu'elle a en mémoire, elle donne l'impression de chercher les similitudes. Lors d'une digression au cours du deuxième dialogue pédagogique, l'élève expliquait à propos du tableau des mesures agraires : « c'est pareil que les mesures de longueur, après je rajoute… ». Elle observait alors les éléments communs entre les deux tableaux, les analogies qui constituaient une base, un support sur lequel elle fixait ensuite les caractéristiques propres de chacun des deux tableaux. De même lorsqu'elle se pose la question de l'opération à effectuer à partir de l'évocation des données des problèmes, l'apprenante choisit « celle qui [lui] vient tout de suite dans la tête », celle qui se rapproche le plus de ce qu'elle cherche parmi les éléments qu'elle a mémorisés dans sa tête. Quand il s'agit de comparer différents évoqués, ces **liens de similitudes** semblent assez importants. Pour justifier ses choix d'opérations notamment, Eugénie s'appuie sur le sens : « si on veut savoir pour une personne, il faut regarder pour huit personnes et après diviser par huit pour *partager* » explique-t-elle au cours du premier échange. Le terme « partager » pourrait indiquer que cette élève s'est construit une idée plus explicative qu'applicative de la division. A ce propos, lorsque l'interviewer lui demande ce qu'évoque pour elle une division, elle donne cette même réponse : la notion de partage. En situation de mémorisation, l'apprenante semble se donner le projet de retenir les notions qu'elle apprend sous la forme de « théories », comme si elle allait devoir les expliquer ensuite. La quête du « pourquoi » paraît importante dans le fonctionnement mental d'Eugénie et suggère l'existence d'un **projet de sens d'explication** dominant.

Parmi ses réponses concernant « ce qu'elle a fait dans sa tête dès qu'elle a lu l'énoncé du problème de mathématique », l'élève évoque d'emblée la recherche de l'opération à effectuer. Le calcul pourrait donc être important à ses yeux, à moins qu'elle n'ait assimilé le problème à la recherche d'une opération à compter pour obtenir le résultat. Le dialogue pédagogique doit permettre d'éclaircir de telles ambigüités. D'après les paroles échangées, c'est plutôt la réponse qui semble primordiale pour Eugénie : lorsqu'elle travaille sur son cahier d'essai elle oublie certaines fois de noter l'opération effectuée ou ne le juge pas nécessaire et n'inscrit que la solution. Elle semble ainsi motivée par la **finalité** de l'exercice, bien qu'elle sache que pour y accéder il faut passer par une étape de « calcul », elle peut omettre de l'indiquer puisque l'essentiel est de donner le résultat.

En déclarant qu'elle préfère travailler seule, Eugénie semble privilégier le contact avec l'objet de connaissance. Comme elle l'explique au chercheur : « je n'aime pas quand on m'aide », l'élève fait tout pour chercher et trouver elle-même les réponses à ses questions dans les livres et cahiers qu'elle a à sa disposition. Elle semble ainsi se mettre en projet d'**être avec les choses**, comme si elle souhaitait rester au plus près de la connaissance en examinant elle-même les notions et en se laissant la possibilité de les « manipuler » comme elle l'entend, sans intervention extérieure. Ce projet de sens dominant révèle qu'Eugénie est plus à l'aise en se confrontant seule à seule avec l'objet de connaissance pour entrer dans certains gestes mentaux mais il n'exclut pas le contact avec ses pairs puisqu'elle aime participer et aider ses camarades. Elle ne cherche pas à affirmer une supériorité quelconque ou à écraser les autres alors qu'elle obtient quasi systématiquement d'excellents résultats, elle travaille pour elle et explique : « j'essaye de tout faire bien ». Son attitude en classe, la vitesse avec laquelle elle obtient les solutions exactes et les explications qu'elle formule sur son fonctionnement mental peuvent amener à imaginer que cette apprenante est poussée par un projet de sens de **recordman**, cherchant à déplacer ses propres limites sans se confronter ou se comparer au reste de la classe.

Synthèse

Le profil cognitif élaboré met en avant quelques projets de sens dominants (explication, première personne, être avec les choses) ; de même, certains autres couples de projets de sens sont plus équilibrés (actrice/témoin de sens) et les évocations (verbales et visuelles) sont plutôt riches et variées. Le fonctionnement mental d'Eugénie témoigne ainsi d'une certaine adaptabilité, des précautions paraissent prises pour effectuer au mieux les différents gestes mentaux. Les projets de sens privilégiés pourraient être comparés à des piliers solides, des habitudes mentales incontournables garantes de réussite, des repères, autour desquels graviteraient les éléments qui, plus équilibrés, plus souples, permettraient une certaine adaptabilité du fonctionnement mental à de nouvelles situations.

1.1.3. *Profil synthétique de l'élève articulant les deux types d'analyse*

Les deux champs permettent de mieux comprendre comment Eugénie s'y est prise pour réussir les problèmes qui lui ont été présentés. Lorsqu'elle entre dans l'activité de planification, l'élève se met en quelque sorte en projet de résoudre le problème mathématique qui lui est proposé puisqu'il s'agit de prévoir un processus de résolution. Du point de vue de la gestion mentale cette habileté métacognitive est comparable à l'étape d'évocation mentale de l'énoncé : l'apprenante effectue le geste d'attention et évoque le texte en s'en donnant des images mentales visuelles et verbales qu'elle place plutôt dans le temps. Pour mener à bien l'habileté métacognitive de contrôle, il ressort des entretiens que l'élève mobilise les gestes mentaux de compréhension et de réflexion. Enfin, elle effectue une activité de régulation dans laquelle l'évocation (verbale) de ses procédures s'avère nécessaire pour optimiser la restitution.

Métacognition	*Gestion mentale*
• **Connaissances métacognitives** : • *Sur les personnes* : sur elle-même et les autres. • *Sur la tâche* : étapes de résolution, ne pas se précipiter. • *Sur les stratégies* : techniques opératoires, sens des opérations. • **Habiletés métacognitives** : • *Planification* : représentation mentale des données. • *Contrôle* : surveille l'efficacité des connaissances et stratégies choisies. • *Régulation* : valide ses résultats et formule sa réponse.	• **Évocations** : verbales et visuelles. • **Lieu de sens** : le temps. • **Projets de sens** : explication, témoin et actrice de sens, 1ère personne, avec les choses, liens de similitude, recordman, finalité. • **Gestes mentaux** : attention, compréhension, réflexion.

Tableau 12 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental d'Eugénie.

1.2. Julie

Julie est une élève de dix ans qui grandit dans un milieu financièrement à l'aise. Sa famille qui fait preuve d'ouverture sur le monde a, comme celle d'Eugénie d'ailleurs, beaucoup d'exigences vis-à-vis de ses enfants aux niveaux scolaires et éducatifs. Plutôt d'un tempérament réservé, Julie craint l'adulte auquel elle ne se livre pas facilement mais se montre excellente tutrice avec ses camarades : elle est douce, a un relationnel facile avec ses pairs et ne se laisse pas faire pour autant. Moins sociable qu'Eugénie, elle n'est pas isolée mais n'a pas beaucoup d'amis sur la cour. En classe elle offre toujours des travaux bien présentés, structurés et aérés qui témoignent d'une approche intelligente et censée, aux dires de l'enseignant. Son travail du soir est impeccable et elle crée facilement des liens entre les notions. Cette apprenante peut en revanche s'inquiéter facilement face à la nouveauté et il faut alors l'apaiser. Sportive, elle pratique le basket et la piscine toutes les semaines mais apprécie aussi cuisiner, lire et jouer du piano.

Julie a accepté tout de suite de participer aux deux dialogues pédagogiques lorsque la question lui a été posée mais sa timidité a pris le dessus au cours des entretiens et elle ne s'est pas livrée facilement. Les questions semblaient comprises et le chercheur sentait qu'elle voulait bien faire malgré le fait qu'elle reste un petit peu sur sa réserve : elle avait du mal à exprimer ses idées et le disait elle-même, rendant ainsi les échanges sans doute un peu moins complets et constructifs qu'ils auraient pu l'être. Ces derniers auraient pu être plus complets mais ils donnaient tout de même un bon aperçu du fonctionnement mental questionné.

1.2.1. Éléments métacognitifs repérés

En répondant à l'interviewer, Julie a montré l'emploi de diverses **connaissances métacognitives**. Dans un premier temps il est possible d'observer des métaconnaissances sur les *personnes* qui correspondent plus précisément à des connaissances métacognitives que l'élève entretient sur elle-même. Elle explique ainsi ne pas se lancer précipitamment dans la résolution des problèmes mathématiques auxquels elle est confrontée, privilégiant par exemple une lecture supplémentaire de l'énoncé pour optimiser sa compréhension : « comme je n'étais pas trop sûre [d'avoir compris le texte] je l'ai relu. » De même quand les activités se compliquent, l'apprenante reste vigilante et réfléchie : « j'essaye de prendre mon temps ». Ce serait inefficace de reprendre tout le travail à cause d'une étourderie due à une lecture trop superficielle de l'énoncé et elle en est consciente.

Dans un deuxième temps, des connaissances métacognitives sur la *tâche* (de résolution de problème) peuvent être décelées dans les paroles de Julie et notamment lorsqu'elle souligne l'importance à accorder à la lecture de la question avant d'anticiper quoi que ce soit. Lire l'énoncé est une chose puisqu'il renseigne sur une situation donnée mais tant qu'il n'y a pas d'interrogation, aucune action n'est formulée. C'est en quelque sorte la question qui amène le problème à résoudre, c'est à partir de celle-ci que l'apprenant doit s'interroger sur ce qu'il a à chercher : un état initial, un état final, un état intermédiaire, le résultat d'une composition ou d'une comparaison, un élément au sein d'une composition… Concrètement, la question du problème permet de « penser à ce qu'il faut faire » explique Julie et il ne faut donc en aucun cas en négliger une lecture attentive.

Dans un dernier temps, des connaissances métacognitives sur les *stratégies* peuvent être relevées. Comme pour Eugénie, ce type de métaconnaissances rassemble essentiellement des techniques opératoires ou autres connaissances relatives aux calculs et qui pourraient s'avérer utiles pour un maximum d'efficacité. Lorsque Julie évoque mentalement une opération qui pourrait lui permettre de résoudre le problème, elle tente de trouver une valeur « globale » au sens d'approchée pour s'en donner un ordre de grandeur. Si celui-ci la satisfait, elle s'autorise alors à avancer dans sa démarche, si ce n'est pas le cas elle reprend ses réflexions sans avoir perdu de temps. Par ailleurs, le sens de la question ainsi que celui des différentes phrases constituant l'énoncé permet à l'apprenante de situer d'emblée les opérations à effectuer. Elle indique ainsi dans le premier problème choisir une addition « pour savoir tout ce qu'ils ont dépensé », de même dans le second : « j'ai vu la phrase-réponse, parce qu'il faut savoir pour une personne et comme ils n'ont pas mis toutes les personnes là [dans le nombre vingt-trois], du coup faut les additionner. » Cette connaissance de l'utilisation des différentes opérations semble constituer une stratégie efficace pour la jeune élève, lui permettant d'effectuer des connexions rapides si ce n'est immédiates entre ses connaissances et les marqueurs qu'elle observe au cours de la lecture. C'est ainsi qu'après avoir pris connaissance du second problème elle détaille les calculs qu'elle a repérés : « ils disent qu'il y a vingt-trois élèves plus leur enseignant du coup faut mettre un « + », ça fait vingt-quatre, plus un stagiaire ça fait vingt-cinq, et pour savoir combien coûte une place il faut faire cent divisé par vingt-cinq. »

Concernant la mise en place des **habiletés métacognitives**, Julie commence par une démarche de *planification* en organisant ses idées et ses métaconnaissances pour programmer ce qu'elle doit faire pour résoudre le problème mathématique. Après la lecture, elle cherche d'emblée à s'en donner une représentation mentale (visuelle) pour optimiser sa compréhension de l'énoncé. Elle imagine ensuite un mode de résolution possible tout en gardant une certaine réserve : « Au début je lis, je pense à ce que je pourrais faire mais je n'écris pas tout de suite car des fois ce n'est pas bon. Je relis et après j'écris ».

Une fois la programmation envisagée, Julie surveille son activité cognitive en vérifiant si la démarche planifiée qu'elle compte mettre en œuvre est intelligible, cohérente, efficace, stratégique. « Pour être sûre je relis, après je regarde ce que j'ai fait, si c'est bon bah… c'est bon », auquel cas elle progresse parmi les étapes de résolution qu'elle a imaginées. Néanmoins, comment cette élève de CM2 peut-elle affirmer que ce qu'elle a établi « est bon » ? Elle semble passer par une phase de calcul mental dans laquelle elle effectue des calculs approximatifs qui lui donnent un ordre de grandeur du résultat et si celui-ci est cohérent avec l'énoncé, elle l'estime « bon » et comme elle dit et poursuit sa démarche, en témoigne l'exemple qui suit. « S'il y a une soustraction, $539 - 139$ par exemple, si je trouve 400 c'est cohérent. Je le vois. C'est logique ! C'est possible, ça se voit. 10000 ce ne serait pas logique, ce ne serait pas possible. […] Après si c'est possible que ce soit ça, je passe à l'autre question. » C'est également au cours de cette étape de *contrôle* que Julie compare les différentes démarches si elle en a repéré plusieurs et qu'elle étudie celle qui pourrait s'avérer la plus judicieuse : « des fois je le vois qu'il peut y en avoir plusieurs, mais je n'en écris qu'une et je vérifie dans ma tête si avec l'autre ça marche aussi. »

Lorsque deux démarches se présentent par exemple, le contrôle observe l'efficacité des deux et l'habileté métacognitive de *régulation* « sélectionne » la meilleure. « Des fois il y a plusieurs façons de faire. Si je fais 3×4 ou $4 + 4 + 4$ il faut quand même trouver la réponse et j'essaye de prendre l'opération qui prendra le moins de temps. » Le gain de temps est un choix souvent adopté par les élèves pour gagner en efficacité. Comme Eugénie, Julie témoigne d'une étonnante et constante réussite dans les activités mathématiques qu'elle entreprend, aussi elle n'a pas souvent besoin de remettre en cause ses processus de résolution et ses résultats mais profite plutôt de la régulation pour les valider et finaliser l'exercice en formulant la réponse finale.

De manière générale Julie semble procéder de la manière suivante : après avoir lu le problème mathématique, elle redit dans sa tête les différentes données et se construit une représentation mentale de l'énoncé ; autrement dit elle s'approprie le texte et organise les données dans sa tête. Elle observe ensuite plusieurs étapes qui correspondent aux différents calculs qu'elle pense effectuer et les met en œuvre lorsqu'elle estime que c'est la meilleure stratégie qui puisse lui permettre d'atteindre la solution demandée. Elle finit en confirmant ses résultats et en annonçant sa réponse. Cette démarche montre qu'au cours de la résolution de problèmes mathématiques, l'activité cognitive de l'apprenante est gérée par des habiletés métacognitives qui utilisent des connaissances métacognitives assez variées. La prise de conscience de la jeune élève de certaines connaissances et habiletés mentales vis-à-vis d'elle-même, prônée par la métacognition, exerce certainement une action positive quant à sa réussite dans les activités de problèmes arithmétique. Néanmoins, le cadre théorique de la gestion mentale peut donner éclairage à certains comportements (tels que l'importance de se parler dans sa tête en reformulant soi-même par exemple) que les travaux sur la métacognition n'incitent pas à regarder de près.

1.2.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

L'analyse des éléments relevés dans les dialogues pédagogiques permet d'émettre quelques hypothèses quant au profil cognitif de cette élève de CM2.

Nature des évocations

En précisant les représentations mentales qu'elle s'est fait des deux problèmes mathématiques, Julie emploie plusieurs verbes relatifs à la vue tels que « voir » et « regarder » notamment, indiquant ainsi qu'elle a des évocations visuelles (« souvent, *je vois* dans ma tête »). Dans ses phrases, des adverbes de lieux insistent sur l'utilisation d'images mentales visuelles qu'elle serait en train de décrire en parlant : « y avait par exemple leur maître *là* » explique-t-elle au cours du deuxième dialogue. Lorsqu'elle résout les problèmes et qu'elle effectue les opérations, elle se donne des images visuelles des égalités et les voit se dessiner dans sa tête comme si elles l'étaient sur son cahier mais la verbalisation semble s'ajouter au visuel. A propos de la division à effectuer dans le deuxième problème par exemple, elle explique : « je la *vois* dans ma tête et je *parle* en même temps ». La parole ne se joint pas systématiquement à la vue mais agit presque comme une double sécurité qui aiderait l'élève à ne pas « perdre le fil » lorsqu'elle effectue un calcul mental un peu sensible : « quand c'est un peu plus difficile je me parle un peu dans ma tête ». Quand Julie effectue le geste d'attention au début de l'activité, elle perçoit les différentes données par la lecture de l'énoncé et les **évoque visuellement** dans sa tête, la vue semblant être un sens utilisé de manière dominante par cette apprenante. Les **évocations verbales** qu'elle se fait également ne sont pas premières dans sa tête mais viennent en complément et s'avèrent essentielles dans certaines situations plus délicates.

<u>Lieu de sens</u>

Il semblerait que l'élève place ses évocations dans une certaine temporalité. Lorsqu'elle décrit la représentation visuelle qu'elle se fait du problème (dans le premier dialogue), elle explique à propos des huit amis qui partent en vacances : « je les vois payer *là et là et là* ». Ces quelques lieux listés par Julie révèlent une successivité d'idées mais ces dernières sont-elles ordonnées dans le temps ou dépeignent-elles plutôt un tableau global de la scène ? La présence de nombreux adverbes de temps ponctuant la suite de la description tend à privilégier la première hypothèse, l'ordre annoncé n'est pas choisi au hasard mais respecte l'ordre dans lequel l'élève imagine les voyageurs effectuer différentes actions : « Ils partent, *après* ils doivent manger, ils payent *et après* ils vont faire des visites… ». La comparaison avec le problème de la tarte[29] confirme l'impression que l'élève se sent plus à l'aise dans le temps lorsqu'elle déclare : « c'est comme si je mettais *d'abord* la pâte, *après* les pommes… ». Par les descriptions très linéaires et les adverbes de temps utilisés, le lieu de sens privilégié de Julie semble être le **temps**. Toutefois, la dimension spatiale ne semble pas être tout à fait absente du fonctionnement mental de cette dernière puisqu'elle anticipe de temps en temps les résultats en s'en donnant une idée globale avant d'effectuer les calculs. Après s'être donné une représentation de la scène plutôt visuelle et linéaire, la résolution amène Julie à globaliser, la situant un petit peu dans **l'espace**.

<u>Projets de sens</u>

Selon l'énoncé du problème, l'apprenante s'identifie ou non au problème. Parfois, elle imagine « des gens que je ne connais pas » et reste alors spectatrice ; à d'autres moments elle se sent plus actrice puisque « ça m'est déjà arrivé de faire pareil que dans l'exercice du problème ». Dans le premier dialogue pédagogique, Julie est plutôt **témoin de sens** en ne se comptant pas parmi les huit amis qui partent en vacances. Dans le second l'inverse peut être envisagé, notamment lorsqu'elle décrit la scène en ces termes : « c'est comme si *on* partait en sortie ». Aller voir un spectacle avec l'enseignant est une situation peut-être vécue par Julie : elle

[29] Le deuxième des trois problèmes donnés aux élèves par le chercheur.

pourrait s'inclure dans la scène. De plus, lorsqu'elle effectue les calculs, les opérations ne se dessinent pas toutes seules dans sa tête, « c'est moi qui le fais » déclare-t-elle dans le premier dialogue. Ainsi, l'apprenante est **actrice de sens** lors du passage à la résolution des opérations.

En lisant le texte, Julie se rend attentive – au sens de la Garanderie – puisqu'elle évoque l'énoncé mentalement. Ses évocations sont principalement visuelles et les termes qu'elle utilise pour les décrire ne sont pas nécessairement ceux du problème. L'apprenante reformule et s'approprie l'exercice avec ses propres mots. Du moment que l'idée générale et les données du texte sont conservées et qu'elles permettent d'accéder à une compréhension juste, « peu importe » la reformulation qui en est faite s'exclame l'élève. Il semblerait ainsi que cette dernière évoque principalement en **première personne**.

Dès le début du premier échange, Julie justifie l'utilisation de l'addition de par son sens : « pour savoir le prix en tout ». Dans le deuxième dialogue pédagogique, l'addition lui évoque la même idée : « c'est plusieurs personnes ou objets, comme si on les mettait tous ensemble ». Quant à la division : « c'est comme s'il y avait 100 et qu'on devait le partager en vingt-cinq » ou encore « c'est un objet qu'on veut diviser en plusieurs parties ». Les différentes opérations évoquent immédiatement leur sens à l'apprenante, ce qui laisse penser que cette dernière serait plutôt à l'aise dans l'explication. Pour argumenter ses choix, Julie semble avoir tendance à faire appel aux lois, aux théories, aux sens des objets de connaissance, ce qui évoque l'idée d'un **projet de sens d'explication** dominant.

L'apprenante accède à la compréhension du problème par des évocations en première personne qu'elle confronte mentalement aux évoqués qu'elle a en mémoire. Elle semble créer facilement des liens entre les notions et avec ce qu'elle connaît déjà en cherchant les ressemblances parmi les objets de connaissance. Ces comparaisons mentales peuvent indiquer que Julie fait des **liens de similitude** dans sa tête pour enrichir la compréhension des objets de connaissance. Comme Eugénie, elle explique qu'elle ne passe pas en revue les différentes opérations à sa disposition pour trouver la bonne : les liens de similitude qu'elle semble se tisser l'aident à choisir du premier coup. A propos de la somme d'argent à partager entre les différents participants au spectacle dans le deuxième problème, elle déclare : « ça m'a tout de suite fait penser à la division », la comparaison entre le sens de la division et celui de l'énoncé qu'elle a analysé mentalement l'a amenée directement à envisager l'opération la plus efficace.

Dans les différents travaux qu'elle entreprend, si elle hésite, l'élève a souvent besoin d'être rassurée et de savoir qu'elle est sur la bonne voie. « Si je crois avoir trouvé, là je n'ai pas besoin d'aide. Si je n'y arrive vraiment pas du tout, ben là je demande » explique Julie au chercheur dans le premier entretien. Cette action de « demander » de l'aide indique que l'apprenante recherche un conseil oral – auprès de l'enseignant d'ailleurs, elle ne le mentionne pas mais les semaines d'observations ont pu le montrer. Ce besoin de confrontation à l'autre suggère l'hypothèse d'un projet de sens **d'être avec les autres**. Cette idée est confirmée par le deuxième dialogue dans lequel l'élève indique qu'elle préfère une explication verbale lorsqu'elle bute sur la compréhension d'un objet de connaissance car l'utilisation de mots différents donnés par « un autre » peut l'aider décrypter la situation.

Jamais, au cours des deux échanges, Julie ne s'est comparée à ses pairs et elle n'en a pas non plus évoqué l'idée. L'interviewer a plutôt senti une quête d'efficacité dans ses paroles. Lorsqu'elle observe plusieurs méthodes pour arriver au résultat, l'élève utilise naturellement « celle qui prendra le moins de temps ». Elle essaye d'être rapide mais n'en est pas négligente pour autant : « Il y a des problèmes qui sont simples et du coup on peut trouver rapidement la réponse, et y en a d'autres qui sont longs et qui sont durs à comprendre, et quand c'est comme ça j'essaye de prendre mon temps pour ne pas rater un chiffre ou quelque chose ». Julie donne l'impression de se donner un projet de sens de **recordman** : elle essaye d'être efficace et en quelque sorte de se dépasser lorsqu'elle en a l'occasion, mais elle sait rester calme et réfléchie si la situation est plus délicate, elle ne fait pas une course de vitesse contre ses camarades.

<u>Synthèse</u>

Le profil cognitif dessiné montre plusieurs projets de sens dominants (explication, première personne, être auprès des choses, recordman) ; d'autres couples sont plus nuancés (témoin/actrice de sens). Les évocations (visuelles en majorité, mais couplées de verbales selon les cas) sont assez riches et placées dans un univers temporel qui laisse tout de même une place à l'espace et la globalité. Le fonctionnement mental de Julie se révèle assez équilibré et souple et montre – pour la résolution de problèmes en l'occurrence – une réelle utilisation des gestes mentaux d'attention, de compréhension et de réflexion.

1.2.3. Profil synthétique de l'élève articulant les deux types d'analyse

Julie emploie l'habileté de planification comme une étape de mise en projet dans laquelle elle effectue le geste d'attention décrit par La Garanderie pour se représenter les données de l'énoncé. À l'aide de la contribution des gestes mentaux de compréhension et de réflexion, l'élève exécute l'activité de contrôle pour examiner l'intérêt, le bon fonctionnement et la « productivité » des connaissances et stratégies mises en place pour effectuer l'exercice. Dans l'habileté métacognitive de régulation, l'apprenante est sûre d'elle et ne juge pas souvent nécessaire d'adapter ses procédures de résolution qu'elle trouve opérantes et valide sa solution.

Métacognition	*Gestion mentale*

• **Connaissances métacognitives** :
  • *Sur les personnes* : sur elle-même.
  • *Sur la tâche* : importance de la question.
  • *Sur les stratégies* : techniques opératoires, sens des opérations.
• **Habiletés métacognitives** :
  • *Planification* : mise en projet.
  • *Contrôle* : cohérence des résultats.
  • *Régulation* : Valide et formule sa solution.
	• **Évocations** : majoritairement verbales, un peu visuelles.
	• **Lieu de sens** : le temps, un peu l'espace.
	• **Projets de sens** : explication, actrice/témoin de sens, 1ère personne, avec les autres, liens de similitude, recordman.
	• **Gestes mentaux** : attention, compréhension, réflexion.

Tableau 13 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental de Julie.

1.3. Louis

Louis est un élève de dix ans qui grandit dans un milieu favorisé. En parcourant le monde pendant les vacances, il a déjà acquis une culture générale riche et témoigne d'une bonne ouverture sur le monde. Il n'en est pas moins bavard en classe, toujours mal assis, très étourdi (il oublie toujours une partie de son matériel, « la gestion de ses affaires est dantesque » observe l'enseignant), présentant peu soigneusement son travail avec une écriture difficilement lisible. Lorsqu'il doit aider ses pairs il s'avère être un excellent tuteur, très doux, parlant très bien avec un vocabulaire riche et varié, il peut en revanche être quelque peu condescendant et n'aime pas avoir tort, ce qui engendre des situations pas toujours simples à gérer sur la cour. Passionné de voile, il a la chance de pouvoir la pratiquer chaque semaine en club. Il aime également beaucoup jouer et en a besoin.

Louis a participé très volontiers aux deux dialogues pédagogiques qui lui ont été proposés et s'y est livré sans aucune réserve. En parlant très bien, ce garçon bavard a su donner des réponses tant passionnantes que complètes à propos de son fonctionnement mental. L'interviewer avait à peine besoin d'effectuer des relances, l'apprenant rebondissait lui-même sur ce qu'il avançait en allant vraiment au bout de ses idées, rendant l'échange constructif pour les deux interlocuteurs. Ce travail autour de « ce qui se passait dans sa tête » l'a visiblement intéressé, il semblait se mettre en introspection avec application et le chercheur le sentait impliqué. A noter que ses réponses ont été les plus riches des six élèves interrogés. L'interlocuteur principal (au sens de celui qui produisait le plus de discours) était clairement Louis : visiblement à l'aise dans « l'art du discours » et sûr de lui, ses réponses étaient réellement captivantes, donnant au chercheur peut-être encore plus que ce qu'il attendait.

1.3.1. Éléments métacognitifs repérés

L'entretien réalisé avec Louis laisse entrevoir plusieurs **connaissances métacognitives**. Dans un premier temps Louis montre qu'il en maitrise certaines, relatives aux *personnes*. L'apprenant est conscient de ses propres facultés et qualités lui permettant de résoudre des problèmes arithmétiques d'application. À de nombreuses reprises au fil de ses réponses il évoque l'utilisation d'une méthode qui lui est propre, qu'il s'est constitué lui-même et qui le mène au résultat. Il n'apprécie guère l'intervention de ses pairs pour lui apporter une aide quelconque car il se voit obligé d'abandonner sa propre technique pour écouter celle des autres. Le jeune garçon est également attentif à la rédaction des opérations qu'il choisit : ayant tendance à les effectuer de tête, il se sait capable d'oublier de les noter et essaye d'y prêter attention dans le cas des évaluations, l'oubli pouvant lui coûter des points. Rapide, il a souvent compris les leçons et terminé ses exercices avant ses camarades qu'il va alors aider. Son goût pour le verbe l'amène à expliquer clairement à ses pairs ce qui les bloque et cela lui plait, néanmoins cette aide qu'il apporte est stratégique puisqu'en favorisant la compréhension du groupe, Louis sait que l'enseignant pourra passer à de nouvelles activités plus rapidement et combler sa « soif » d'apprendre.

Dans un deuxième temps, l'élève de CM2 a des connaissances métacognitives sur la *tâche* (de résolution de problème mathématique), sachant en quoi consiste l'activité. Il détaille ainsi le début de sa méthode : « je lis le problème puis souvent je le comprends, quand je ne le comprends pas je le relis une deuxième fois puis là je comprends ». La lecture et la compréhension de l'énoncé revêtent pour lui une importance capitale : c'est la base de la résolution, c'est à partir de cette étape cruciale que se construisent les suivantes. Passer à côté du sens du texte provoque le risque de passer à côté de la résolution. Les étapes suivantes consistent à choisir et effectuer des calculs pour obtenir une solution à annoncer.

Dans un dernier temps Louis indique un certain nombre de métaconnaissances sur les *stratégies* qui l'aident à gagner en efficacité notamment. La première qu'il mentionne est l'utilisation quasi systématique du calcul mental. Cet acte est pour lui stratégique puisqu'il se projette dans un futur où son expérience dans le domaine sera telle que les automatismes qu'il aura acquis lui permettront de calculer de tête à une très grande vitesse. Néanmoins, prudent, le jeune garçon prend la peine de vérifier ses résultats en tapant les opérations sur sa calculatrice pour être « définitivement » sûr de lui : la stratégie qu'il s'impose ne doit pas le pénaliser. Par ailleurs, comme Eugénie et Julie dont l'analyse précède, le sens des opérations est acquis et lui permet, une fois l'énoncé lu et compris, de viser d'emblée les calculs les plus efficaces pour obtenir la réponse demandée.

La première **habileté métacognitive** mise en place est celle de la *planification* qui fait notamment appel aux connaissances métacognitives sur la tâche. Comme cela a été mentionné dans les paragraphes précédents Louis est conscient de l'importance de bien lire et comprendre l'énoncé avant d'entreprendre quelque stratégie que ce soit, il se met donc à l'ouvrage d'entrée de jeu. En mobilisant les autres métaconnaissances qu'il possède, le jeune garçon organise alors ensuite son « plan d'action ». Il réfléchit à ce moment-là à la façon la plus efficace de résoudre le problème, évoque ses intentions et justifie ses choix : « on va faire vingt-trois plus l'enseignant plus la stagiaire donc ça va faire vingt-cinq, vingt-cinq personnes vont y aller [au théâtre], et on va faire 100 € divisé par vingt-cinq pour trouver combien coûte une place. »

C'est à l'étape suivante, étape de *contrôle*, que Louis va effectuer ses calculs tout en surveillant s'ils sont en adéquation avec ce qu'il a compris auparavant. Il se parle intérieurement, comme s'il se racontait une histoire, s'interrogeant sur l'efficacité de la méthode choisie et poursuit son raisonnement. Il surveille également l'intelligibilité de ses résultats : « quand je trouve que le résultat est bizarre, ben je refais le problème comme j'ai fait et si je trouve une autre solution ben je re-refais, voir quelle est la solution que j'ai trouvée le plus de fois » ou encore « je fais les problèmes et après je les refais dans ma tête pour voir si je trouve les mêmes résultats. » En maîtrisant le sens du problème, l'incohérence de la solution observée l'interpelle aisément. Par ailleurs une remarque étonnante peut-être formulée concernant les phases de résolution établies par le jeune garçon : alors que la plupart des élèves séquencent leur travail en fonction du nombre d'opérations (un calcul égal une étape), Louis prend une fois de plus en compte le sens du problème, faisant correspondre une question posée par l'énoncé à une étape, même si la résolution de celle-ci nécessite d'effectuer plusieurs opérations : « par exemple dans celui-là [cet exercice], y avait deux étapes. […] Y avait deux questions alors j'ai fait deux étapes. » Le contrôle des différentes étapes envisagées est alors d'autant plus simple.

L'activité de *régulation* permet enfin à l'apprenant, à partir des observations effectuées pendant la phase de vérification, d'opter pour la meilleure stratégie : poursuivre son travail sur sa lancée ou bien modifier quelque peu ses plans. Il explique ainsi : « quand je trouve que le résultat ça ne me parait pas du tout ça, ça me parait bizarre comme résultat, bah je refais, c'est un résultat qui n'a aucun rapport avec ce qu'ils avaient dit, ben je refais. » Louis est capable de se remettre en question s'il le faut, l'objectif étant d'annoncer rapidement un résultat exact. Très à l'aise en se racontant des histoires dans sa tête, c'est encore à l'aide de celles-ci que l'élève fait mention de ses réponses. « Y avait la petite histoire, après y avait l'opération, puis après y avait un autre morceau de la petite histoire, et ça fait 4 € pour chaque personne. » Une deuxième petite histoire qu'il s'imagine dans sa tête correspond à la solution et c'est à partir de celle-ci qu'il rédige la phrase-réponse.

Pour résumer, Louis donne l'impression de fonctionner de la façon suivante : il lit l'énoncé le plus attentivement possible et en reformule les données verbalement dans sa tête en se racontant des histoires qui illustrent le texte, se constituant une représentation mentale assez riche. Il séquence la résolution en différentes étapes constituées en fonction des questions posées par l'énoncé et détermine sa propre stratégie de résolution. Après avoir effectué les calculs nécessaires il valide la cohérence des résultats par rapport à la compréhension qu'il a du problème et les annonce au travers d'une dernière représentation mentale qu'il décrit. Cette méthodologie permet de discerner l'emploi d'habiletés et de connaissances métacognitives assez riches et diverses dans l'activité cognitive de l'élève – à propos de la tâche effectuée.

L'utilisation de la métacognition telle qu'elle a été décrite dans les paragraphes précédents joue à coup sûr un rôle porteur dans la réussite de Louis. Néanmoins certains aspects tels que l'importance que Louis accorde au sens et à la compréhension du problème, l'utilisation d'histoires qu'il s'imagine en se parlant dans sa tête par exemple ne sont pas analysés, éléments que la gestion mentale pourrait peut-être éclairer.

1.3.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

Les réponses données par Louis permettent d'envisager quelques hypothèses quant à son profil cognitif.

<u>Nature des évocations</u>

Dès le début du premier échange, Louis montre qu'il a des évocations verbales nombreuses et riches (« dans ma tête *je me* dis d'abord qu'il faut additionner »). Le chercheur a pu observer à quel point Louis est éloquent et emploie un vocabulaire étoffé et diversifié. Il se parle dans sa tête pour trouver les moyens d'arriver aux résultats du problème : « Il fallait faire « divisé par huit » puisqu'ils sont huit amis. Mais diviser quoi par huit ? Ben le prix du séjour. Mais le séjour il leur a coûté combien ? Ben le trajet 640€, la nourriture 200€… ». A partir de l'énoncé, il se construit comme un dialogue avec lui-même pour ancrer les données du problème dans sa tête et avancer dans sa démarche en optant pour telle ou telle opération. Lorsqu'il évoque les calculs qu'il effectue, il semble également se parler : « je me suis dit, pendant combien de fois cent il y a vingt-cinq ? Et du coup y a quatre fois vingt-cinq dans cent et du coup j'ai trouvé comme ça. »

En apportant des précisions sur ses représentations mentales, l'élève indique « y a des fois dans ma tête je mets des objets qui bougent et comme ça, ça m'aide à retenir et à calculer », suggérant par là qu'il pourrait avoir aussi des évocations visuelles (en mouvement). Celles-ci se voient confirmées à de nombreuses reprises dans la suite des échanges : « je les vois tous qui sortent de l'argent pour donner à la caisse et c'est tous 145 » explique-t-il par exemple à propos du premier problème. S'il se parle pour ses opérations, il ne s'en donne pas moins des images mentales visuelles, à propos de la division il affirme ainsi : « je l'ai posée dans ma tête, je voyais les chiffres, je voyais cent et à côté je voyais vingt-cinq […] le fond était blanc et les chiffres ils étaient noirs, ils étaient mis comme une division qu'on poserait sur un cahier, et sur le côté et bien il y avait marqué que ça faisait quatre et y avait pas de reste. » Les détails qu'il apporte ne laissent pas de doute sur la présence de nombreuses images mentales visuelles dans sa tête.

Les images mentales visuelles qu'il se crée pour le deuxième énoncé montrent que l'apprenant décrit la scène avec précision comme s'il la voyait se dérouler sous ses yeux et il fait parler ses personnages simultanément : « Dans ma tête je vois les personnages qui bougent, puis y a Monsieur le directeur, il a dit : « tu auras tant d'argent pour payer ta place de théâtre, » à chacun. ». Louis semble se représenter une petite histoire avec des images mentales visuelles dans lesquelles des personnages parlent. En d'autres termes, l'apprenant allie **évocations verbales** et **évocations visuelles** dans sa tête pour se représenter les énoncés et effectuer les opérations afin de résoudre ses problèmes mathématiques.

Lieu de sens

Autant dans les évocations verbales que dans les évocations visuelles qu'il décrit, Louis fait apparaître des marqueurs de temps. « Dans ma tête je me suis dit *d'abord* qu'il faut additionner. *Puis après* j'additionne. » Les adverbes de temps témoignent d'une successivité dans les idées de l'apprenant qui semblent ordonnées selon la chronologie de l'histoire qu'il se raconte d'une part, et des étapes de traitement qu'il effectue tour à tour pour résoudre le problème d'autre part. « Je voyais une scène… Y avait un petit film dans ma tête, je les voyais bouger en même temps qu'ils me parlaient. » Cette idée de « petit film » qui se déroule dans la tête du jeune garçon atteste là encore d'un fonctionnement linéaire, axé sur le temps : l'élève voit des images animées, en mouvement, se succéder les unes après les autres dans le même ordre précis que celui mentionné précédemment. Il place ainsi ses évocations dans un univers temporel, impliquant que son lieu de sens privilégié est très certainement le **temps**.

Projets de sens

Dans les deux dialogues pédagogiques, Louis commence par reprendre l'énoncé avec les mots du texte, comme s'il cherchait à y être le plus fidèle possible, à ne pas s'en éloigner, témoignant d'un projet de sens en **troisième personne**. Dans un second temps, l'apprenant tente de s'approprier le problème en s'en donnant une représentation mentale assez complète, en témoignent ses nombreuses évocations. Il traduit l'énoncé dans sa tête sous forme d'un dialogue entre différents protagonistes et d'images mentales visuelles. Pour accéder à la compréhension du problème au plus près, le jeune garçon n'hésite pas à ajouter des personnages qui ne sont pas présents dans l'énoncé – dans le deuxième problème il n'est pas fait mention d'un directeur pourtant présent dans l'histoire qu'il s'invente. A ce moment-là, l'élève s'éloigne du texte initial (tout en conservant les données exactes) et semble plutôt animé par un projet de sens de **première personne**.

Dans le premier problème, Louis ne fait pas partie de la scène, il ne se compte pas parmi les huit amis qui partent en vacances et les observe plutôt en tant que spectateur. Au contraire, dès le début du deuxième échange, l'élève s'identifie à l'énoncé. En évoquant sa représentation du problème il explique : « Y avait vingt-cinq élève qui étaient réunis dans cette salle [pièce dans laquelle le dialogue pédagogique était mené], et y a Monsieur M. [le nom du directeur de l'école] qui donnait de l'argent à chacun pour payer la place de théâtre. Et en tout il donnait 100€. » L'apprenant imagine que la scène se déroule dans « sa » propre école, avec le directeur, comme si c'était lui qui s'apprêtait à partir au théâtre avec sa classe. De même, il s'implique dans ses calculs en se voyant ou se sentant lui-même les effectuer. A propos de la division il affirme par exemple : « *je* l'ai posée dans ma tête » ou encore « les chiffres dans ma tête *je* les faisais apparaître », l'utilisation de la première personne du singulier indique que le jeune garçon parle véritablement de lui-même. Louis s'identifie ainsi ou non au problème selon la situation et en est conscient, le décrivant en ces termes : « des fois je suis au milieu des enfants comme ici et des fois je n'y suis pas. Par exemple il n'y a que des adultes qui partent en vacances et ils ne disent pas qu'il y a des enfants, ben je ne vais pas me mettre dedans. » Il se montre donc capable d'être **témoin** autant qu'**acteur de sens** pour résoudre un problème mathématique.

Pour mémoriser, Louis procède toujours avec la même méthode : « j'essaye d'imaginer une situation et après je m'en souviens. Par exemple cette notion-là c'était quoi, et alors dans ma tête y a la petite histoire que je m'étais inventée pour la retenir, et après une fois que je la retiens, ben après dans ma tête, ça c'était quelle leçon, ah c'était cette histoire-là. » L'apprenant se crée « un modèle d'application » de la notion qu'il se met en projet de retenir et le conserve dans sa tête, puis, lorsqu'il cherche à accéder à la compréhension d'un objet de connaissance, il fait ressortir le modèle qu'il a mémorisé et par conséquent la notion acquise qui correspond. Il raconte encore – à propos des modèles qu'il se crée mentalement : « y en a où je m'imagine plus des personnes qui font des leçons et après dans ma tête y a leur exercice, qui est bon parce qu'il vaut mieux que je l'apprenne bon dans ma tête, puis après je le vois, puis après je peux le réutiliser. » De même, quand l'interviewer lui demande quelle image mentale il se fait de la division, l'élève répond « ben ça fait comme une division qu'on poserait, c'est exactement la même sauf que y a pas de carreaux et c'est sur un fond blanc », cette image visuelle montre encore une idée d'application de l'opération. Louis semble ainsi être animé par un **projet de sens d'application** largement dominant.

En décrivant ces histoires qu'il se construit pour mémoriser et comprendre, le jeune garçon met son imagination au travail. Il explique : « j'aime plus *inventer* moi-même ma méthode, comme ça si elle marche, moi j'ai ma méthode et comme ça je l'utilise. Ça va être une méthode que certains vont trouver difficile alors que dans ma tête moi c'est tout clair. » Louis semble conscient de l'existence de plusieurs façons de procéder pour arriver à solutionner un problème et ne parait pas vouloir imposer la sienne à ses pairs, même si elle lui est visiblement d'une aide précieuse : « moi je trouve que ça m'aide de m'inventer une technique parce qu'après moi je peux m'inventer une technique en fonction de l'histoire que je vais m'inventer après, et comme ça je la retiens, mais pendant très longtemps. » Ce besoin de l'apprenant de se créer une méthode « originale » pour lui-même amène l'hypothèse d'un projet de sens **d'inventeur**.

L'utilisation de sa propre méthode amène Louis à refuser une aide de ses camarades lorsqu'il rencontre d'éventuelles difficultés. « Moi je suis plus à l'aise quand moi je suis tout seul, quand quelqu'un ne me dit pas là tu vas faire ça, parce que s'il me dit de faire comme ça, ma méthode je ne pourrai pas la faire vu qu'il me fait faire la sienne. » Cette préférence du travail individuel et du contact direct avec l'objet de connaissance montre que l'apprenant préfère largement être **auprès des choses** en cherchant lui-même les réponses qu'il requiert de son côté.

Bien qu'il n'apprécie guère les conseils extérieurs pour lui-même, le jeune garçon aime beaucoup aider les autres « parce que comme ça eux aussi ils comprennent, et comme ça dans la classe on évolue plus vite, puis après on peut faire d'autres choses plus rapidement. » Louis semble très souvent rechercher l'efficacité : sans remettre en cause son goût pour le tutorat, l'interviewer peut avoir l'impression que son aide n'est pas totalement désintéressée puisqu'elle a l'air de permettre « d'en finir plus vite » avec un exercice et de pouvoir passer au suivant plus rapidement. Cette quête de « productivité » se décèle à plusieurs moments à travers les paroles de l'apprenant. A propos des opérations des problèmes il explique encore : « J'essaye d'abord de la calculer, comme ça, ça m'entraine, et comme ça, un jour je pourrai me dire, je pourrai l'avoir dans ma tête et calculer sans la calculatrice donc je m'entraine un petit peu comme ça. » Cette volonté de déplacer ses limites, de vouloir en faire un maximum, de rechercher l'efficacité peut témoigner d'un projet de sens de **recordman**.

En essayant d'être efficace, Louis n'a pas l'air de « bâcler » son travail pour autant. « Si j'ai encore des choses à faire je préfère aller plus vite mais si c'est pour lire un livre, j'aime bien lire mais je préfère *avoir bon* plutôt que de lire un livre. » Qu'entend l'élève par avoir bon : plutôt obtenir le bon résultat à tout prix ou adopter en priorité la démarche la plus cohérente ? Lorsqu'il explique qu'il vérifie ses opérations à la machine après les avoir effectuées de tête, le jeune garçon se crée une double sécurité qui lui permet d'observer que la solution a du sens d'une part, et que ses calculs mentaux amènent au bon résultat d'autre part. Il affirme par ailleurs qu'il ne juge pas nécessaire de noter des égalités sur son cahier et que s'il se force à les écrire lors des évaluations c'est pour ne pas perdre les points qui sont ôtés sinon. Louis semblerait ainsi motivé plus particulièrement par l'accès au résultat. A l'issue du second dialogue pédagogique il résume sa méthode ainsi : « En fait c'est une grande histoire qui serait coupée au milieu par une opération pour savoir combien, comment l'histoire elle va *se terminer*. […] Ça correspond à *la réponse*, ça va m'aider à faire une phrase réponse. » Ceci confirme l'hypothèse précédente : l'apprenant serait porté par un projet de sens dominant de **finalité**.

Pour accéder à la compréhension des énoncés Louis s'invente des histoires dans lesquelles il met les textes des problèmes en scène, toutefois il se crée également des liens avec des éléments qu'il connait ou qu'il a vécus pour renforcer son accès au sens. Dans le premier échange il déclare : « j'avais pensé à quelque chose que j'avais fait, moi, et ça m'avait encore plus aidé à trouver ». S'il doit faire appel à un résultat connu, des liens avec ses évoqués mémorisés se font encore de manière automatique dans la tête du jeune garçon : « y a tout de suite un chiffre qui se met et du coup là je m'en rappelle ». De même pour choisir l'opération la plus appropriée à l'exercice, la situation l'oriente directement ; dans le deuxième problème il raconte : « je n'ai même pas eu besoin de réfléchir, bah pour savoir combien ça va coûter, bah c'est obligé qu'on fasse cent divisé par un nombre puisque ça ne va pas coûter 100 € la place puisqu'on est vingt-cinq. […] J'ai compris qu'il fallait faire une division quand Monsieur M. il a donné l'argent. [...] Dans ma tête je me suis tout de suite dit qu'il fallait faire une division parce qu'il fallait partager, il fallait que chacun ait de l'argent pour payer sa place. » A travers les paroles de son interlocuteur, l'interviewer comprend que des **liens de similitude** se créent mentalement avec des objets de connaissance déjà acquis et lui permettent de comprendre rapidement le sens des énoncés et de choisir les opérations à effectuer.

Par les très nombreux détails qu'il donne au cours des descriptions de ses évocations, Louis semble vouloir justifier tous ses choix. Lorsque le chercheur lui demande pourquoi il a choisi telle opération plutôt qu'une autre il répond et défend son point de vue avec assurance en utilisant un maximum d'arguments, en attestent les extraits de dialogues cités précédemment. Cette attitude observée de manière plutôt générale au cours des deux entretiens laisse penser que l'apprenant pourrait être animé par un projet de sens d'**argumentateur**.

<u>Synthèse</u>

Le profil cognitif esquissé présente plusieurs projets de sens dominants (application, inventeur, recordman, être auprès des choses, finalité, argumentateur), certains couples se montrent plus pondérés (première/troisième personne, témoin/acteur de sens). Les évocations (verbales et visuelles) sont très complètes et se présentent en mouvement dans une certaine successivité qui les situe d'emblée dans le temps. Le fonctionnement mental de Louis tel qu'il l'a dévoilé au cours des deux échanges s'avère très intéressant puisque les cinq gestes mentaux ont pu être repérés explicitement, il parait également assez adaptable.

1.3.3. Articulation synthétique entre métacognition et gestion mentale

Dans l'activité de planification Louis prend connaissance de l'exercice, s'en approprie les données en s'y rendant attentif et s'organise pour y répondre. Lorsqu'il effectue l'habileté de contrôle, Louis vérifie si les résultats que ses procédures lui ont permis d'obtenir sont cohérents par rapport au problème proposé en faisant appel aux gestes mentaux de compréhension et de réflexion et aux projets de sens sous-tendus. L'apprenant termine son travail par une phase de régulation dans laquelle il valide les procédures utilisées et les réponses trouvées, se sentant maître de la situation (ce dont témoigne le projet de sens de 1ère personne).

Métacognition	*Gestion mentale*

• **Connaissances métacognitives** :
  • *Sur les personnes* : sur lui-même.
  • *Sur la tâche* : lecture et compréhension de l'énoncé essentielles.
  • *Sur les stratégies* : calcul mental, sens des opérations.
• **Habiletés métacognitives** :
  • *Planification* : appropriation des données et organisation de la démarche de résolution.
  • *Contrôle* : intelligibilité des résultats.
  • *Régulation* : validation des procédures et des résultats.
	• **Évocations** : verbales et visuelles très riches.
	• **Lieu de sens** : le temps.
	• **Projets de sens** : application, témoin et acteur de sens, 1ère/3ème personne, auprès des choses, liens de similitude, recordman, finalité, argumentateur, inventeur.
	• **Gestes mentaux** : attention, mémorisation, compréhension, réflexion, imagination.

Tableau 14 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental de Louis.

1.4. Louise

Louise est une élève de dix ans qui grandit dans un milieu favorisé. Elle voyage beaucoup avec ses parents, en France comme à l'étranger, ce qui lui confère une vraie ouverture culturelle. Bien que dyslexique (information donnée par la famille qui l'emmène consulter un orthophoniste de manière régulière), cette élève est une bonne lectrice et son travail du soir est toujours impeccable. De manière générale elle est toujours polie et elle paraît cadrée et organisée dans sa tête, répondant aux exigences de ses parents aux niveaux scolaire et éducatif. En classe elle aime participer à l'oral et aider ses pairs, bonne tutrice et sociable, elle s'avère être une très bonne camarade. Comme Julie, elle a en revanche tendance à s'inquiéter facilement face à la nouveauté et il faut réussir à l'apaiser. Sportive, elle pratique la natation en compétition, elle apprécie également cuisiner, dessiner et s'amuser aux jeux vidéo.

Louise s'est prêtée très volontiers à l'exercice du dialogue pédagogique proposé par le chercheur. Sans timidité, elle s'est livrée sincèrement sur son fonctionnement mental en essayant d'être la plus claire et la plus précise possible. Les questions de l'interviewer semblaient comprises et les réponses cohérentes. Le deuxième dialogue pédagogique a été particulièrement constructif : outre quelques éléments concernant les projets de sens et évocations déjà observés au cours du premier échange, le contenu général était réellement différent et ainsi très complémentaire. Les réponses données se voulaient précises et relativement complètes, offrant des éléments de réponse correspondant à ce qui était attendu pour la recherche.

1.4.1. Éléments métacognitifs repérés

L'interviewer a pu déceler l'emploi de diverses **connaissances métacognitives** parmi lesquelles des métaconnaissances sur les *personnes*. Louise a quelques années « d'expérience » d'activités de problèmes arithmétiques et elle détient quelques connaissances sur elle-même dans le cadre de ce type d'exercice : elle sait par exemple qu'elle comprend relativement vite les énoncés des problèmes mathématiques. En témoignent quelques-unes de ses remarques : « Ben je lis et après ben, souvent je comprends. » ou encore « en maths ça fonctionne rapidement dans ma tête. Je comprends vite le problème et je trouve facilement la solution. » L'élève de CM2 s'estime rapide dans l'accès à la compréhension et ne voit donc pas d'intérêt à dépenser plus de temps à ce moment de lecture, étape initiale de la résolution – à noter néanmoins que si sa démarche est juste et réfléchie, des erreurs d'étourderie certainement dues à une lecture trop rapide ou précipitée de l'intitulé des exercices se glissent assez fréquemment dans ses travaux. Bienveillante par rapport à ses pairs elle les aide volontiers lorsqu'elle le peut et avoue « ben je trouve ça bien parce que si j'ai des problèmes plus tard j'aurai des amis sur qui compter. » Cette confidence étonnante peut amener à penser que sa contribution vis-à-vis de ses camarades n'est pas tout à fait désintéressée mais un peu stratégique puisqu'elle semble s'attendre à un retour en échange des conseils qu'elle émet.

Dans un deuxième temps certaines connaissances métacognitives à propos de la *tâche* paraissent présentes : elle est ainsi la seule des six élèves interrogés à expliquer qu'elle n'associe pas nécessairement la résolution d'un problème à l'utilisation d'une (ou plusieurs) des quatre opérations que sont l'addition, la soustraction, la multiplication et la division. Elle a remarqué en effet que parfois il fallait plutôt effectuer des comparaisons, des conversions… Elle précise toutefois que ce n'est pas la majorité des cas mais il faut le garder à l'esprit.

Dans un dernier temps, Louise semble s'être constitué un certain nombre de métaconnaissances sur les *stratégies*. L'élève associe la représentation mentale qu'elle s'est faite de l'énoncé à un calcul ciblé. La connaissance du sens des opérations qu'elle maîtrise revêt visiblement une grande importance pour elle puisqu'elle en a fait mention au cours des deux entretiens : Louise peut se reposer sur ces acquis théoriques pour résoudre ses problèmes arithmétiques. Dans le second dialogue pédagogique par exemple elle décrit les opérations en faisant des liens concrets avec l'énoncé : « on ne peut pas faire « moins » parce que ce ne serait pas possible on ne pourrait pas savoir combien y aurait dans un cas. On ne pouvait pas non plus faire « plus » parce qu'on aurait un nombre plus grand, on ne pouvait pas faire « fois » parce qu'on aurait un plus grand nombre, et la seule façon c'était de diviser. » Ces connaissances permettent à l'apprenante d'être efficace et rapide et s'avèrent stratégiques dans ce sens.

La première **habileté métacognitive** mise en œuvre par Louise est celle de la *planification*. Elle y prépare les différentes étapes de la résolution de son problème mathématique : « je me dis quelle opération il faut faire, et après quand j'ai trouvé je fais l'opération, et après je me dis quelle phrase réponse je pourrai faire en rapport avec la question. » Elle annonce sa méthodologie en quelque sorte. Après cette première description relativement peu détaillée, Louise précise quelques points concernant sa manière de fonctionner : « je me concentre plutôt sur la première question, pas sur les autres, je relis le problème en ne m'intéressant qu'à la première question et comme ça avec chaque question. » Elle cloisonne ainsi chaque question en concentrant son attention sur les seuls éléments nécessaires, sans s'encombrer de données inutiles. Par ailleurs elle n'oublie pas d'utiliser ses connaissances métacognitives sur les personnes, la tâche et les stratégies : « J'ai pas forcément besoin de relire et relire encore le problème, c'est bon quand je l'ai lu une fois. Je prends la partie qui m'intéresse et je vais directement sur ma feuille et je commence les opérations. » Ou encore « Si je ne trouve pas [d'opération] je me dis que y a peut-être pas d'opérations dans le problème, mais c'est juste un problème où il faut simplement faire des phrases. » Ces extraits mobilisent en effet les trois types de métaconnaissances de Louise, détaillés précédemment.

La deuxième habileté métacognitive utilisée par l'élève est celle du *contrôle*. Elle y surveille la validité des opérations choisies, vérifie que la méthodologie dans laquelle elle s'est engagée est judicieuse. Si elle observe plusieurs cheminements différents qui peuvent lui permettre d'accéder aux résultats, elle sélectionne celle qui lui parait la plus stratégique : « J'imagine plusieurs solutions, je vois laquelle est la meilleure pour avoir une bonne idée dans ma tête. »

Face aux résultats obtenus elle veille aussi à ce qu'ils soient réalistes : « je regarde si c'est cohérent avec mon énoncé. »

L'habileté métacognitive de *régulation* permet à Louise de réajuster ses étapes de résolution si elle se rend compte qu'il en existe de plus adéquates que les siennes ou qu'elle s'est trompée quelque part. Elle explique que si elle n'est pas satisfaite par les solutions qu'elle a trouvées, c'est-à-dire « soit le nombre est trop petit ou trop grand, ou il n'a aucun rapport avec ce qu'on a demandé », elle reprend sa méthode de résolution et modifie « ses plans », corrige ses erreurs. Lorsque ses résultats lui conviennent elle les annonce en les formulant le plus clairement possible à l'aide d'une phrase répondant à la question de l'énoncé. Cette dernière étape ne semble jamais négligée par l'apprenante.

En règle générale, après avoir lu l'énoncé du problème, Louise le redit dans sa tête pour s'en donner une représentation mentale et accède assez rapidement à sa compréhension. Après cette étape d'appropriation de l'exercice, elle fait appel à ses acquis pour observer si une (ou des) opération(s) pourrai(en)t participer à la résolution du problème mathématique. Elle organise ainsi une méthode pour répondre à l'exercice en essayant d'être la plus stratège possible. Une fois les calculs effectués elle veille à leur cohérence avant de les rédiger dans une phrase finale. La métacognition constitue en quelque sorte un outil pour rendre compte de ce qui permet à cette dernière de réussir. Néanmoins les dialogues pédagogiques montrent – notamment – une très fréquente mise en projet de l'élève que les travaux de La Garanderie permettent d'analyser.

1.4.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

L'analyse des données permet d'imaginer un profil cognitif de cette élève.

Nature des évocations

Louise semble se parler dans sa tête du début à la fin des activités de résolution de problèmes (par exemple « Je me suis *dit* qu'il fallait diviser le prix du voyage par huit. »). Elle commence par se rendre attentive à l'énoncé en se racontant mentalement la scène : « Y a 1 00 et on veut emmener une classe de vingt-trois élèves avec un enseignant et un stagiaire et on voudrait savoir combien coûte une place. » Ces **évocations verbales** lui permettent également d'accéder au sens de ce qu'elle cherche. Au moment du choix des calculs elle explique : « je me *dis*, ah c'est celle-là ». En revanche lorsqu'elle effectue des opérations, Louise semble évoquer des **images visuelles** : « je fais dans ma tête comme si elle était écrite sur la feuille et ça s'affiche en même temps que je parle », « je vois la division comme si elle était écrite normalement, sur un papier ». Le verbal est toujours présent mais il est accompagné de la vue (« je fais comme si elle était écrite, mais dans ma tête, et je me l'imagine dessinée sur la feuille et avec mon imagination je la *vois* écrite et je fais comme si je la résolvais l'opération pour savoir le résultat. »), comme si ce sens arrivait là pour sécuriser l'élève. A partir de l'étape du calcul, l'apprenante aurait donc besoin de parler et de voir dans sa tête en même temps ; bien qu'un peu confuse, la description qu'elle donne de sa méthode pour exécuter la division mentalement dans le deuxième dialogue peut en témoigner : « je *cache* pour avoir le même chiffre de chaque côté, et je commence à me *dire*, par exemple je *cache* le 3 et le 0, dans la table de 2, qu'est-ce qui fait 10, je me *dis* 5, et après je *me* dis 5x3 ça fait 15 [...] ».

<u>Lieu de sens</u>

Dans la description qu'elle donne de sa procédure de résolution, Louise parait très méthodique. Elle traite les éléments les uns après les autres, expliquant que « c'est plus facile de faire par étapes. » Comme si elle avait un filtre, l'apprenante sélectionne les informations dont elle a besoin et procède de manière linéaire à la résolution du problème. Il faut remarquer par ailleurs que cette dernière emploie de manière récurrente les termes « et après » tout au long de ses phrases, mots qui marquent une certaine successivité des idées. Ceci renforce l'hypothèse selon laquelle Louise serait à l'aise dans un lieu de sens plutôt inscrit dans le **temps**.

<u>Projets de sens</u>

En évoquant l'énoncé verbalement, Louise ne tient pas à conserver exactement les termes du texte et s'autorise à employer les siens : « mes mots à moi ». Cela a pu être observé au cours des deux dialogues pédagogiques dans chacun des problèmes mathématiques présentés et suggère l'existence d'un projet de sens d'évocations en **première personne** : Louise s'approprie l'histoire dans son « langage à elle » qui lui permet d'accéder à une compréhension efficace du problème. Néanmoins, elle ne s'inclut pas pour autant dans les scènes qu'elle évoque : « *Ils* étaient huit à partir et *Ils* se partageaient l'argent. » L'utilisation de la troisième personne du pluriel dans la représentation que se fait l'apprenante du premier problème (du voyage) semble indiquer que cette dernière ne s'imagine pas faire partie du voyage. Dans le second elle exprime la même idée : « je me sens plutôt extérieure [à l'histoire] ». Lorsqu'elle se rend attentive aux énoncés, Louise serait donc plutôt **témoin de sens**. Lorsqu'il s'agit de réfléchir au choix de l'opération à mettre en œuvre et de la calculer, l'élève se sent agir elle-même : c'est à son tour d'entrer en scène et c'est alors elle le chef. « *Je me suis dit* c'est le nombre d'élèves, si on veut savoir le prix il faut diviser par le prix total et dans ma tête j'ai fait comme si je posais la division et j'ai trouvé 4.6 » L'emploi de la première personne du singulier montre qu'à ce moment de la résolution, l'apprenante est **actrice de sens**. C'est elle qui se voit, se sent ou se parle dans sa tête pour arriver au résultat après avoir pris le recul nécessaire en observant la scène « de loin ».

Pour choisir l'opération qui lui parait la plus adaptée, Louise s'imagine des comparaisons dans sa tête avec des évoqués qu'elle a mémorisés. Au cours du premier dialogue pédagogique, elle explique la façon dont elle procède mentalement pour effectuer ce choix : « je regarde s'il faut savoir la différence, ou additionner un temps pour en avoir un plus gros, ou diviser pour avoir plusieurs tas de composition, ou avoir un plus grand nombre en faisant un « fois » ». L'apprenante confronte le sens qu'elle a extrait de l'énoncé aux quatre opérations qu'elle maîtrise afin de déterminer celle qui serait la plus adaptée. Dans le second échange elle revient sur ces liens qu'elle se fait pour résoudre des problèmes arithmétiques et les précise davantage. Elle indique pour justifier son choix de diviser : « Déjà je savais que le « fois » et le « plus » ça ne marcherait pas car ça ferait un nombre plus grand que 100, et que 23, si y a 23 élèves pour 100 €, après « moins » j'ai commencé à soustraire et en fait j'ai vu que c'était pas possible parce qu'on n'avait pas chaque petit tas, on avait juste la division, et j'ai fait la division pour trouver le résultat. » Cet argumentaire peut laisser penser que Louise procède par **différences**, ce qu'elle confirme en déclarant : « à chaque fois je procède par éliminatoire pour savoir laquelle [opération] est la mieux. Je finis par celle qui me parait la plus claire, comme ça, si c'est une autre qui me parait la plus claire, bah je compare. » Elle passe en revue chaque outil susceptible d'être utilisé et semble considérer les différences entre ces éléments pour enfin se décider sur celui qui amènerait à la solution de la manière la plus efficace et adaptée.

En justifiant le choix de telle opération ou de telle autre, Louise semble s'être construit une idée d'application pour chacune : à ses yeux, diviser, « ça veut dire qu'on fait vingt-trois petits tas pour savoir combien d'argent y aurait dans chaque petit tas ». Elle ajoute à propos de cette même opération : « ça m'évoque une barre horizontale avec un bout de barre verticale avec des chiffres, avec deux ou trois chiffres écrits sur la barre horizontale, et de l'autre côté, là où il n'y a pas de barre horizontale, des chiffres, des mille ou des centaines ». L'élève parait avoir un modèle d'application mental de la division, tant au niveau du fond (c'est-à-dire de son sens) que de la forme (l'allure visuelle). Elle pourrait donc être motivée par un projet de sens d'**application**, hypothèse une nouvelle fois confirmée lorsqu'elle explique à propos des leçons qu'elle doit mémoriser : « je ne dis, pour moi une règle ça ne s'apprend pas par cœur, il faut la comprendre pour pouvoir l'appliquer. »

Inquiète face à l'inédit, l'enseignant insistait sur l'importance de rassurer Louise. Lorsqu'elle résout un problème arithmétique, l'élève cherche par elle-même mais « si je ne comprends pas ou que j'arrive pas à trouver ben je demande de l'aide pour arriver à résoudre ce problème », « je vais voir quelqu'un pour qu'il m'aide » raconte-t-elle. En sollicitant l'enseignant ou ses pairs, l'apprenante semble plus à l'aise **avec les autres**, pouvant échanger avec eux verbalement ou les faire répéter de plusieurs façons au besoin pour accéder à une meilleure compréhension de l'énoncé et/ou des procédures à mettre en œuvre pour obtenir le résultat.

Appréciant l'aide des autres autant qu'elle aime proposer la sienne, Louise ne souhaite pas entrer en concurrence avec ses camarades. Elle semble viser l'efficacité : « je cherche plutôt le bon résultat, et après ça m'est égal si je le fais vite ou pas rapidement. » L'apprenante ne veut pas bâcler son travail en se précipitant, néanmoins les observations menées en classe ont montré qu'elle travaillait assez vite et obtenait souvent de bons résultats, suggérant une esquisse de projet de sens de **recordman**. Une petite note négative est néanmoins à signaler : dans les deux problèmes Louise a montré un petit défaut dans la réalisation du geste d'attention. Étourdie comme elle s'en qualifie elle-même, elle a omis de relire les énoncés et, bien qu'ayant choisi une démarche efficace, certaines données qu'elle a utilisées étaient erronées, amenant à un résultat faux. En la faisant relire et évoquer à nouveau les textes, l'apprenante a rectifié ses erreurs aussitôt mais il semblerait qu'elle se soit peut-être un peu trop précipitée tout de même dans la résolution des deux problèmes sur lesquels se basaient les dialogues pédagogiques.

Le fait de ne pas toujours être attentive à l'énoncé du problème n'étonne pas l'interviewer quand Louise déclare : « je cherche le *moyen* d'y arriver [à résoudre le problème] pour avoir la solution ». L'apprenante accorderait ainsi plus d'importance aux **moyens** mis en place pour aboutir au résultat qu'à ce dernier. A la fin du second échange elle insiste sur cette idée en expliquant : « l'important c'est de résoudre l'opération, ce n'est pas forcément d'avoir la bonne réponse, c'est d'arriver à déjà trouver l'opération et essayer de la résoudre. » L'élève estime que la démarche est capitale et la réponse en elle-même n'arrive qu'au second plan. Elle n'a pas tort de penser que les moyens d'obtenir la solution sont très importants mais elle ne peut pas alléger pour autant le geste d'attention sans lequel elle risque de se tromper de données et de fausser le résultat qui répond au problème.

Enfin, le chercheur a pu noter une constante : la mise en projet de l'élève dans un **imaginaire d'avenir**. Lorsqu'elle aide ses pairs Louise imagine : « si j'étais plus grande qu'eux, comment je pourrais faire pour les aider. » Elle se projette ici dans une scène du futur dans laquelle elle aurait quelques années de plus et expliquerait l'exercice à ses camarades, comme si elle était l'enseignante. Elle procède également de cette façon quand elle résout elle-même le problème : « ben je me dis si je serais dans la vraie vie comment je ferais ? » ou bien encore : « Je me dis que si j'avais un problème comment je pourrais l'appliquer. » L'élève projette la scène dans le futur en se mettant en projet de pouvoir réinvestir les résultats qu'elle trouverait dans des situations similaires ultérieures. En témoignent les explications qu'elle donne à propos du second problème : « Si un jour on voulait savoir pour une personne combien coûte sa place et bien il faudrait diviser. », ou encore : « C'est une école, elle veut payer des places pour 23 élèves. Si un élève allait plus tard avec ses parents, au lieu qu'il se déplace pour savoir le prix, il pourrait faire directement le prix en divisant les deux chiffres. »

Synthèse

Le profil cognitif ébauché dévoile certains projets de sens dominants (application, être avec les autres, moyens, première personne notamment) ; d'autres couples paraissent plus équilibrés (témoin/acteur de sens). Les évocations (majoritairement verbales dans le geste d'attention effectué sur l'énoncé puis également visuelles au cours de la phase de calculs) décrivent un fonctionnement mental très linéaire, qui procède par étapes et le situe dans le temps. Le fait de se mettre en projet de réaliser un problème en se plaçant dans un imaginaire d'avenir semble caractéristique de l'activité mentale de Louise et est très intéressant car inédit (les trois élèves observés auparavant ne présentaient pas cet aspect dans leur fonctionnement, du moins pas aussi explicitement). C'est une manière pour celle-ci de donner une visée et un sens concrets à l'exercice et d'entrer dans la résolution en ajustant procédures et projets de sens à la situation.

1.4.3. Articulation synthétique entre métacognition et gestion mentale

L'élève met en place l'habileté métacognitive de planification dans laquelle elle se met en projet de répondre à la question posée et évoque les données en s'y rendant attentive : connaissances métacognitives et images mentales permettent ainsi à l'apprenante de décider de la façon dont elle va traiter le problème avec un maximum d'efficacité. Afin de vérifier que la méthode envisagée est opérante et que les premiers éléments de solution sont cohérents par rapport au contexte de l'énoncé, Louise utilise l'habileté métacognitive de contrôle en mobilisant les gestes mentaux de compréhension et de réflexion et des projets de sens sous-tendus. Pour finir, l'apprenante mène une activité de régulation : lorsqu'elle est satisfaite de son travail, elle annonce ses résultats en les formulant dans une phrase. Les projets de sens de première personne et d'actrice de sens qu'elle privilégie contribuent à la rendre assez sûre d'elle et de ce qu'elle produit (ce qui se traduit par un gain de temps, notamment en fin d'activité).

Métacognition	*Gestion mentale*
• **Connaissances métacognitives** : • *Sur les personnes* : sur elle-même. • *Sur la tâche* : n'associe pas l'activité de problème à l'emploi nécessaire d'une opération. • *Sur les stratégies* : sens des opérations. • **Habiletés métacognitives** : • *Planification* : mise en projet de répondre à la question posée. • *Contrôle* : choix de la méthode la plus stratégique. • *Régulation* : validation et annonce des résultats.	• **Évocations** : majoritairement verbales, un peu visuelles. • **Lieu de sens** : le temps. • **Projets de sens** : explication, témoin et actrice de sens, 1ère personne, avec les choses, rapports de différence, recordman, moyens. • **Gestes mentaux** : attention, compréhension, réflexion.

Tableau 15 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental de Louise.

1.5. Pauline

Pauline est une élève de dix ans qui grandit dans un milieu socialement médian. Ses parents sont très impliqués dans la scolarité de leurs trois enfants et font confiance à l'institution (rejoints sur ce point par les parents des cinq autres apprenants interrogés). Très discrète mais bonne tutrice, l'élève aime aider ses camarades et le fait avec beaucoup de douceur. Comme Eugénie et Julie, c'est une enfant fiable à qui l'enseignant peut confier des responsabilités. De manière générale, ce dernier la qualifie de brillante et sereine par rapport aux enjeux scolaires, Pauline effectue de nombreux liens et met du sens dans les apprentissages qu'elle maîtrise très bien, elle réinvestit aussi à bon escient les notions acquises dans des situations plus globales et complexes. Elle s'avère en revanche très timide et n'aime pas du tout prendre la parole face aux adultes. Sportive, elle pratique la natation synchronisée, elle se plait aussi à lire et cuisiner.

Pauline a accepté de participer aux deux dialogues pédagogiques avec l'interviewer mais sa timidité ajoutée au fait qu'elle n'aime pas parler à l'adulte a rendu les échanges assez peu vivants. Elle ne s'est pas livrée facilement concernant son fonctionnement mental, certainement par crainte de cet exercice inconnu pour elle. De plus, elle ne semblait pas comprendre toutes les questions, du moins en saisir les finalités et en paraissait gênée. Le chercheur a laissé de nombreux silences pour permettre de laisser à l'apprenante le temps de se mettre en introspection mais les réponses ne venaient pas toujours. Il a fallu multiplier les interrogations « à choix multiples » qui donnaient quelques idées de l'activité mentale de Pauline mais manquaient en conséquence de précisions. Les entretiens ont duré à peu près autant de temps qu'avec ses camarades, en revanche la plus grande quantité de discours produit n'émanait clairement pas de l'élève mais de son interlocuteur qui tentait, par diverses manières, d'obtenir qu'elle détaille son fonctionnement mental. Les réponses formulées étaient très concises, consistant même parfois en un seul mot. Elles auraient pu être bien plus complètes, donc quelque peu décevantes mais l'essentiel y figurait.

1.5.1. Éléments métacognitifs repérés

Si certaines **connaissances métacognitives** s'avèrent quasiment explicites à travers les propos échangés, d'autres le sont un peu moins. Sur les *personnes* par exemple, aucune parole ne permet d'en déceler l'existence. Néanmoins, sans que Pauline n'en fasse mention, elle en possède quelques-unes : même si elle n'est pas toujours sûre d'elle, cette dernière connaît l'activité de problèmes arithmétiques qu'elle pratique en classe. D'après les observations menées en classe, l'apprenante procède généralement de la même façon et « se connait donc nécessairement en action ». Elle connaît ses méthodes, a pris des habitudes, éléments qui trahissent des métaconnaissances sur elle-même notamment.

Sur la *tâche* de résolution de problèmes, Pauline détient également des connaissances métacognitives. Ce type d'activité ne lui est pas inconnu, elle en connaît la structure et les étapes à ne pas escamoter. Elle explique ainsi qu'après l'avoir lu, elle cherche « d'abord à comprendre le problème ». Comme ses camarades interrogés, l'apprenante est consciente de l'importance de la phase de compréhension de l'énoncé sans laquelle la suite ne peut se dérouler correctement.

Le troisième type de métaconnaissances – sur les *stratégies* – est quant à lui clairement présent dans les réponses données par l'élève. Pauline sait qu'elle peut mettre ses acquis à profit pour résoudre les problèmes mathématiques de manière efficace et en donne quelques exemples. « J'essaye de tout calculer dans ma tête, et après j'essaye de voir combien ça peut faire approximativement, et après je fais à la calculette. » L'élève tente de se donner une idée du résultat, d'en avoir un ordre de grandeur en effectuant des calculs mentaux. Ce principe lui permet d'observer rapidement la cohérence des solutions et les potentielles erreurs. Elle réserve en revanche cette stratégie aux nombres entiers ; moins à l'aise sur cet ensemble de nombres, Pauline préfère faire confiance à sa machine lorsqu'elle y est confrontée. C'est une limite dont elle est consciente et qu'elle pourra certainement dépasser au fil du temps et de sa familiarisation avec les décimaux. Par ailleurs, le sens des opérations parait acquis. Elle observe par exemple qu'elle peut effectuer une division pour répondre à la question posée quand l'énoncé traduit une situation de partage.

L'activité cognitive utilise les connaissances métacognitives de l'élève par le biais des **habiletés métacognitives**. Si le chercheur a plus de difficultés pour observer leur utilisation dans le fonctionnement de Pauline, ils sont pourtant présents. Dans un premier temps, l'apprenante se place dans une optique de *planification*. Elle prépare la résolution du problème mathématique à résoudre, décide des étapes qu'elle mettra en place et choisit les éléments de connaissance et de technique qui lui paraissent les plus appropriés vis-à-vis de la situation. « Je me pose des questions : comment je vais pouvoir faire. » Cette illustration témoigne de l'organisation qui est en train de se dérouler dans la tête de la jeune fille. De même lorsqu'elle déclare : « je l'ai lu [le problème] puis j'ai cherché la façon dont je pourrais le résoudre. »

Dans un deuxième temps vient l'habileté du *contrôle* qui consiste à vérifier si la méthode de résolution envisagée est stratégique et pourra effectivement et efficacement amener au résultat. Pauline se sert ici d'une technique particulière – pour être sûre de sa position, elle essaye – en se parlant – d'autres manières de faire qui ne doivent pas l'amener à la solution (ou bien par des cheminements trop longs et complexes), ce qui lui confirme alors qu'elle a fait les bons choix. « J'ai d'abord trouvé la division et après j'ai essayé de comparer pour voir si c'était bien la bonne. » De plus, en effectuant certaines opérations mentalement, l'apprenante anticipe quelques résultats et la suite de sa démarche de résolution.

Dans un dernier temps l'activité de *régulation* finalise le travail. Si l'étape de contrôle a mis en avant quelques incohérences dans la démarche ou les réponses obtenues il est temps d'y remédier, de même si elle observe finalement qu'un autre biais lui permet de travailler plus stratégiquement. La plupart du temps, en ayant pris le soin d'effectuer chaque phase de résolution consciencieusement et sans précipitation, Pauline n'a pas grand-chose à corriger dans sa méthodologie. Elle peut alors finir son travail en annonçant ses résultats qui répondent à la question posée par le problème.

En analysant les réponses données par l'élève, celle-ci semble procéder de la manière suivante en activité de résolution de problème : elle commence par en lire l'énoncé et la question dont elle essaye de se faire une représentation mentale en se reparlant ce qu'elle a lu, puis elle cherche quelle opération elle pourrait effectuer pour y répondre efficacement, mobilisant ses connaissances métacognitives. Après une rapide vérification d'autres éventuels moyens de procéder elle se donne une idée générale de la solution qu'elle vérifie ensuite sur sa calculatrice avant de la rédiger pour répondre à l'exercice. Ce fonctionnement révèle en filigrane l'usage de la métacognition sur laquelle Pauline s'appuie pour résoudre les problèmes arithmétiques. Certains éléments tels que la mise en projet et l'évocation notamment n'ont en revanche pas été analysés et nécessitent l'utilisation de la gestion mentale.

1.5.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

L'analyse des données permet d'ébaucher certaines caractéristiques du profil cognitif de cette élève.

Nature des évocations

Les réponses formulées par Pauline à propos de sa manière d'évoquer les problèmes semblent indiquer un passage par la verbalisation (« je n'imagine pas trop la scène [avec des images], je parle plus dans ma tête ») mais cette hypothèse n'est pas évidente d'emblée et nécessite des questions précises de vérification de la part de l'interviewer. Dans un premier temps, l'apprenante affirme n'avoir aucune représentation mentale de l'énoncé, ce qui impliquerait l'absence d'évocation. Le chercheur propose alors un exercice dans lequel elle doit évoquer ce qu'elle a lu sans regarder le texte et elle répond : « Alors c'est une école qui va voir un spectacle, ça coûte 100 € au total, en sachant qu'il y a vingt-trois élèves, un enseignant et un stagiaire. Et combien coûte une place pour une personne. » En se montrant capable d'évoquer le contenu de sa lecture, Pauline confirme qu'elle s'est rendue attentive à l'énoncé et se l'est représenté dans sa tête, vraisemblablement en se parlant. Néanmoins, presque aucun marqueur dans le discours ne peut assurer qu'un sens a été privilégié au profit d'un autre. Conforté sur l'existence d'évocations, l'interviewer propose un second exercice pour en découvrir la nature, en quittant l'énoncé du problème pour une image visuelle. Il s'agit à présent d'expliquer *comment* l'élève évoquerait l'image qu'elle verrait en perception, ce à quoi elle indique « je me *parlerais* ». Pauline se rendrait ainsi attentive aux problèmes mathématiques en les évoquant verbalement. En détaillant l'étape de résolution qui se passe après dans sa tête, le type d'évocation privilégié ne semble pas changer, elle explique à propos de la division dans le second problème : « c'est plus comme si je me parlais mais je la pose… Enfin je parle en la posant quoi. » L'apprenante semble utiliser de manière dominante des **évocations verbales**.

Lieu de sens

D'après les termes choisis par Pauline, les étapes de résolution ont l'air de s'enchainer les unes après les autres dans une certaine logique, tout comme la représentation qu'elle se construit de l'énoncé parait respecter la chronologie du texte. Cette idée de linéarité des processus mentaux de l'élève peut s'observer concrètement dans les échanges par les adverbes de temps qu'elle utilise régulièrement. En témoigne notamment cette phrase dans laquelle elle explique ce qu'elle fait pour effectuer son calcul dans le premier problème : « j'essaye *d'abord* de voir avec les unités comment je peux faire et *après* je calcule les centaines. » Au cours du second échange, l'hypothèse se confirme lorsque Pauline déclare que les éléments de réponse viennent petit à petit dans sa tête. L'apprenante parait placer ses évocations dans un lieu de sens marqué principalement par le **temps**.

Projets de sens

Pour évoquer mentalement les énoncés de problème, l'élève se parle dans sa tête et, dans le premier échange, a l'air de rester fidèle au texte qu'elle a lu. Elle affirme néanmoins dans le suivant : « j'invente [ma représentation] avec les mots que je comprends. » Il semblerait que Pauline soit capable de s'approprier d'emblée le sens des problèmes dans son langage mental privilégié en les traduisant avec des mots qui font sens pour elle. Ceci permet d'imaginer qu'elle évoque principalement en **première personne**. Ce n'est pas pour autant qu'elle se sent exister à travers les personnages présents dans les énoncés. Au contraire elle ne s'inclut pas dans les scènes qu'elle se représente et se sent plutôt spectatrice, observant ce qui se déroule avec un recul qui l'aide à effectuer le geste de réflexion pour décider des opérations à mettre en œuvre pour obtenir le résultat recherché. A ce moment-là seulement, soit au début de l'étape de résolution, elle se sent « entrer en scène » et prend part aux calculs en les choisissant et les effectuant elle-même. Un peu bloquée par le calcul mental de la division « 100 ÷ 25 » l'interviewer propose à Pauline de détailler sa méthode avec une opération plus simple : « 25 ÷ 5 ». Elle explique alors : « Ben c'est comme si je la faisais sur un papier sauf que je la fais dans ma tête, donc bah deux divisé par cinq c'est pas possible, je prends vingt-cinq, vingt-cinq dans la table de cinq ça fait cinq, voilà. » En confirmant l'existence d'évocations verbales placées dans le temps, l'élève montre surtout, à l'aide de la première personne du singulier, que c'est elle qui résout le calcul qu'elle a choisi. Après un passage en tant que **témoins de sens** – principalement lorsqu'elle se rend attentive à l'énoncé, l'apprenante est **actrice de sens** dans les étapes de calculs qui amènent à répondre à la question posée.

Dès qu'elle a lu le texte du problème, Pauline se rend attentive au texte et tente d'accéder à sa compréhension en confrontant les évoqués en présence avec d'autres qu'elle a mémorisés. Si elle ne se sent pas à l'aise, elle n'hésite pas à convoquer l'aide de l'enseignant ou celle de ses camarades : « j'aurais préférer chercher toute seule au début et si vraiment je n'y arrive pas, demander de l'aide à quelqu'un ». L'hypothèse d'un projet de sens **d'être avec les autres** peut alors se poser. Pour confirmer cette impression l'interviewer effectue une digression en demandant à l'élève comment elle se comporterait dans le cas d'un jeu de société dans lequel elle devrait comprendre les règles du jeu par exemple : « je préfère que quelqu'un m'explique la règle du jeu parce que je ne comprends pas forcément tout en lisant. » Bien que cette activité s'éloigne des apprentissages scolaires, ces données confirment que Pauline préfère une explication orale donnée par une personne à une confrontation exclusive à l'objet de connaissance. Elle semble ainsi se sentir plus à l'aise avec les autres qu'avec les choses.

A propos du jeu de société, l'apprenante préfère qu'on lui *explique* les règles du jeu plutôt que de les lire toute seule. Ce terme d'explication a-t-il été choisi de manière arbitraire ou bien consciemment par opposition à celui d'application ? Dans le premier échange Pauline déclare s'expliquer le problème dans sa tête. Dans le suivant, elle affirme que la division lui évoque la notion de partage, ce qui correspond au sens de l'opération et en quelque sorte à une idée explicative de celle-ci, ce qu'elle illustre plus loin en affirmant : « Partager la somme, vu que c'est 100, y a vingt-cinq personnes, donc 100 il faut le *partager* en vingt-cinq personnes, donc *diviser*. » Par ailleurs elle détaille que confrontée à une nouvelle leçon, « je me l'expliquerais plus ». Ces quelques éléments semblent indiquer que l'élève se sent plus à l'aise avec la théorie et qu'elle cherche à se l'expliquer avec le geste de compréhension, utilisant par conséquent le projet de sens **d'explication** de manière privilégiée.

Dans le geste de compréhension qu'elle effectue, Pauline confronte deux types d'évoqués pour choisir les opérations adéquates. Concrètement elle explique : « je passe d'abord par les autres [opérations] et après je dis « bah non ça ne peut pas être ça ». » Cette réponse semble indiquer que l'élève dégage des **rapports de différences** entre les objets de connaissance, les techniques opératoires qu'elle maîtrise en l'occurrence, pour choisir celle qu'elle utilisera. Elle ne s'est pas étendue beaucoup sur le sujet mais elle a évoqué à d'autres moments le fait de comparer les opérations entre elles pour en repérer les différences et choisir « la bonne ». L'hypothèse d'un fonctionnement qui observe les singularités de chaque objet de connaissance avant d'en sélectionner un qui corresponde à une situation en cours peut donc être légitimement formulée.

Au cours de la phase de résolution des problèmes de mathématiques, Pauline révèle que l'étape du choix des calculs est très importante pour elle : « je me concentre plus sur l'opération [que sur le résultat]. » L'élève résout consciencieusement les opérations qu'elle a sélectionnées pour répondre au problème mais accorde une attention plus particulière au raisonnement à mettre en œuvre qu'à la solution en elle-même, elle semble de fait animée par un projet de sens de **moyen**. De plus elle ne cherche pas à se mettre en concurrence avec ses camarades, « je prends mon temps pour être sûre d'avoir la bonne réponse » ajoute-t-elle. La vitesse n'est pas la priorité de cette apprenante qui travaille pour elle et prend les précautions nécessaires pour ne pas se tromper, comme le ferait le **recordman**. Peu d'éléments dans les dialogues pédagogiques permettent d'assurer explicitement cette hypothèse mais le comportement de Pauline en classe et son attitude au sein du groupe y contribuent implicitement.

La bienveillance qu'elle porte à ses pairs quand ils viennent l'aider amène à penser que cette élève pourrait être animée par un projet de sens de **composante** : « Pour moi ils ont la bonne réponse et ce n'est pas trop la peine de se méfier pour voir s'il y a d'autres solutions. » Elle n'adhère pas sans réfléchir aux réponses données par ses camarades, les quelques mois d'observations en classe peuvent le confirmer, néanmoins elle se met facilement en phase avec eux quand elle le peut, ne semblant pas tellement apprécier l'opposition.

Enfin, une remarque générale peut être effectuée : Pauline ne travaille pas « sans filet », elle cherche beaucoup à se sécuriser. Avant de taper ses calculs à la machine, elle essaye de s'en donner une idée en les effectuant mentalement : « j'essaye de voir, ben par exemple le trajet il leur a coûté 640 € mais je me dis 640 € pour huit personnes, j'ajoute la nourriture 200 € et les visites, j'essaye de tout calculer dans ma tête, et après j'essaye de voir combien ça peut faire approximativement, et après je fais à la calculette. » Elle confronte les deux résultats pour vérifier leur cohérence. Elle explique à un autre moment : « si c'est plus des problèmes arrondis je vais plus les faire dans ma tête, mais s'il y a des centimes et tout ça je fais plus à la calculatrice. » A ce moment-là il faut comprendre qu'elle se sent capable d'effectuer dans sa tête un calcul avec des nombres entiers (ce qui ne l'empêchera pas de vérifier ensuite) mais qu'elle ne maîtrise pas encore assez bien les nombres décimaux pour obtenir la valeur exacte de tête, elle ne s'en donne qu'une approximation pour comparer l'ordre de grandeur obtenu.

<u>Synthèse</u>

Le profil cognitif amorcé révèle certains projets de sens dominants (explication, première personne, avec les autres notamment), un autre couple (tel acteur/témoin de sens) semble plus pondéré. Les évocations (exclusivement verbales) sont placées dans un univers de sens plutôt marqué par le temps. Le fonctionnement mental de Pauline parait adaptable mais dans une certaine mesure cependant. Ses réponses n'étaient pas très riches mais montrent une activité mentale dirigée en grande majorité par des projets de sens marqués dans des sens précis (c'est-à-dire qu'une tendance du couple est nettement privilégiée à l'autre : explication vs. application par exemple). De plus l'atmosphère de sens des évocations semble uniquement verbale. L'élève réussirait sans doute dans des conditions très différentes de celles auxquelles elle est habituée mais peut-être mettrait-elle plus de temps que certains de ses camarades dont l'activité mentale semble plus souple.

1.5.3. Articulation synthétique entre métacognition et gestion mentale

Pauline réalise l'habileté métacognitive de planification en organisant les éléments dont elle dispose et en se mettant en projet de traiter la question. Elle entre dans une logique de contrôle en comparant sa démarche à d'autres pour être sûre de la sienne et en mesurer l'efficience. Les gestes mentaux de compréhension et de réflexion sont de nouveau sollicités par le biais de projets de sens pour enrichir la compréhension du problème d'application et surveiller la cohérence de la méthode. Enfin, l'élève amorce la phase de restitution en effectuant l'habileté métacognitive de régulation dans laquelle elle annonce ses résultats, sûre de sa démarche qu'elle a pris le temps de mûrir en amont.

Métacognition	*Gestion mentale*

• **Connaissances métacognitives** :
  • *Sur les personnes* : sur elle-même.
  • *Sur la tâche* : importance de comprendre le sens du problème.
  • *Sur les stratégies* : mobilise ses acquis, sens des opérations.
• **Habiletés métacognitives** :
  • *Planification* : mise en projet de répondre à la question et organisation des données.
  • *Contrôle* : compare d'autres démarches pour être sûre de la sienne.
  • *Régulation* : annonce des résultats.
	• **Évocations** : verbales.
	• **Lieu de sens** : le temps.
	• **Projets de sens** : explication, témoin et actrice de sens, 1ère personne, avec les autres, rapports de différence, recordman, moyens, composante.
	• **Gestes mentaux** : attention, compréhension, réflexion.

Tableau 16 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental de Pauline.

1.6. Roméo

Roméo est un élève de dix ans qui grandit dans un milieu favorisé. Très intelligent, ce jeune garçon obtient des résultats excellents et homogènes. Il crée aisément des liens entre des notions et met du sens dans ses apprentissages. Cultivé et curieux, il lit beaucoup et restitue parfaitement ce qu'il découvre. Il s'angoisse néanmoins facilement face aux nouveaux objets de connaissance, cette attitude se traduisant par des questions incessantes posée à l'enseignant alors qu'il en connait les réponses. Par ailleurs, bavard et très agité en classe, il distrait facilement son entourage sans que cela ne nuise à son propre travail pour autant – il aime par exemple être tuteur mais en profite souvent pour s'amuser. Sur la cour il a tendance à être meneur, n'aime pas perdre et a toujours raison, son mauvais caractère peut même l'amener à être violent. Sportif, Roméo pratique le basket et la piscine, il apprécie également jouer au foot et au handball et trouve des moments calmes en lisant.

Le jeune garçon s'est révélé très motivé et volontaire pour participer aux deux dialogues pédagogiques avec l'interviewer. Honnête, il n'a pas hésité à répondre simplement lorsqu'il n'était pas certain d'avoir compris la question. En revanche, une fois « plongé dedans », il semblerait que cet exercice original l'ait quelque peu déçu, sans doute s'attendait-il à plus de mathématiques. Très à l'aise dans cette discipline, il se trouvait là face à des questions sur ses procédures mentales qui paraissaient l'ennuyer. Il a joué le jeu en se prêtant à l'activité mais ne s'est pas investi outre-mesure, les données récoltées auraient de ce fait pu être plus complètes. De plus Roméo s'est laissé distraire plusieurs fois par des bruits entendus dehors ou dans une pièce à côté. Bien que l'exercice ne lui ait pas paru aussi « amusant » qu'il semblait l'espérer, l'apprenant ne s'est pas montré avare en explications et a produit une quantité de discours suffisante pour dévoiler son fonctionnement mental de manière intéressante.

1.6.1. Éléments métacognitifs repérés

Les premières **connaissances métacognitives** observées sont relatives à la *personne*. Ce jeune élève de CM2 semble entretenir quelques connaissances sur lui-même. Il évoque à plusieurs reprises le fait d'avoir des facilités dans le domaine des mathématiques. « Ça me vient directement à l'esprit, j'ai une facilité. » Cet argument des facilités lui a certainement déjà été émis par ses parents ou enseignants et ce à juste titre, néanmoins l'apprenant s'en sert sans doute comme « refuge » lorsque certaines questions ou justifications du chercheur « l'ennuient » ou le laissent sans réponse. Il n'en demeure pas moins que Roméo sait qu'il est rapide à résoudre des problèmes et qu'il accède rapidement et aisément à la compréhension des énoncés : « J'arrive à comprendre vite, à mettre des idées dans ma tête. » Il explique également en toute transparence ne pas avoir recours au calcul mental dans les activités de problèmes arithmétiques : « Je n'ai pas l'habitude de faire une opération dans ma tête… soit je pose, soit j'utilise ma calculette. » L'élève semble donc conscient d'un certain nombre de ses capacités pouvant l'aider à résoudre un problème d'application mathématique.

Des métaconnaissances à propos de la *tâche* (de résolution de problème mathématique) sont également observées : Roméo est habitué à ce type d'exercice et s'y confronte fréquemment, en connaissant l'objectif, la structure, le mode de résolution… Dans sa tête l'apprenant associe cette activité à la recherche de calculs pouvant lui permettre d'aboutir au résultat attendu et se sait, de plus, relativement performant dans le domaine : « moi souvent dès que j'ai le problème je comprends les opérations que faut faire ». Ces connaissances maîtrisées par l'élève sont pour lui un atout : il n'est pas désarmé devant un problème mais possède au contraire quelques clés pour le résoudre.

Un troisième type de connaissances métacognitives peut encore être relevé à propos des *stratégies*. L'élève de CM2 montre à plusieurs reprises qu'il connait des stratégies efficaces pour réussir des problèmes mathématiques et ce, principalement au niveau opératoire, concernant des méthodes de calcul par exemple (« Y a 4×25 pour faire 100 »). Roméo remarque certaines combinaisons réalisables avec des nombres « connus », il possède aussi quelques acquis en mémoire et sait les mobiliser quand il le faut, ceci constituant une sorte de stratégie lui permettant d'être rapide et efficace dans les phases de calcul. Par ailleurs l'apprenant voit souvent du premier coup la ou les opération-s à effectuer pour répondre au problème en fonction du sens de l'énoncé et de la question posée. Dans sa tête l'élève réussit à modéliser le problème, à le conceptualiser d'une certaine manière, et de là lui vient naturellement le choix du calcul à mettre en œuvre, démarche stratégique et efficace pour lui. Enfin, l'efficacité a pour Roméo un aspect temporel : elle suppose qu'il soit rapide à résoudre ses problèmes pour pouvoir passer à d'autres activités sans prendre de retard. L'enseignant suggère des programmations : tels exercices, puis telle activité pour ceux qui ont fini, et ainsi de suite. Etre efficace pour cet élève c'est aussi pouvoir en faire un maximum.

La première **habileté métacognitive** mise en place par l'élève, est la *planification*. En faisant implicitement appel à ses métaconnaissances, il organise les données, la façon dont il va traiter l'exercice, prépare les différentes étapes de résolution. « Je l'ai relu deux-trois fois [l'énoncé] après bah j'ai directement pensé à l'opération que j'allais faire » détaille-t-il. Plus précisément, à partir de la représentation mentale qu'il se donne de l'énoncé du problème, l'apprenant se projette : « vu qu'ils sont huit personnes on nous demande pour une, il ne va pas falloir multiplier, il va falloir diviser [...] dans les 160 € partagés avec les huit amis ben on va savoir combien la personne elle va utiliser. » Il s'annonce à lui-même le programme à suivre en quelque sorte. Cette phase n'est pas celle des calculs mais celle qui les anticipe, qui les choisit. « Quand il y a beaucoup d'opérations à faire sur la question, je me dis par exemple est-ce que c'est cette opération-là qu'il faut faire, si je fais ça ça va me faire ci et tout... » Roméo se parle mentalement à lui-même, s'interroge sur le choix qui s'offre à lui en essayant d'anticiper quelque peu les réponses qu'il obtiendrait pour effectuer une meilleure sélection.

L'habileté métacognitive qui suit est celle du *contrôle*. La démarche entreprise est-elle toujours logique et compréhensible ? Qu'en est-il des résultats obtenus ? Lorsque Roméo observe plusieurs solutions, il annonce : « je choisis celle qui est la plus censée ». Alors que l'interviewer lui demande de s'expliquer davantage sur ce point il ajoute : « je me dis que mon résultat peut être un peu bizarre [...] je relis la réponse, et après, ben par exemple, j'ai un peu une facilité en maths, je me dis tiens c'est bizarre, ça ça devrait faire plus avec le nombre de nombre qu'il y a. » Bien qu'un peu confuses, ces explications témoignent d'une réflexion mentale du jeune garçon qui semble capable de se donner un ordre de grandeur du résultat ; si sa propre solution en est trop éloignée, il la juge alors incohérente.

Enfin, la *régulation* permet de réajuster la méthodologie si le contrôle a mis en évidence des erreurs ou des incohérences. Lorsque Roméo suppose ses résultats « bizarres » par exemple, cette habileté métacognitive lui permet de modifier ses calculs afin d'arriver à une solution intelligible. Néanmoins, rapide et efficace, l'apprenant obtient très souvent des résultats exacts du « premier coup ». Il n'a plus alors qu'à finaliser son activité en annonçant sa réponse sous la forme d'une phrase qui réponde à la question posée à l'issue de l'énoncé du problème.

Roméo fonctionne généralement de la même manière lorsqu'il doit résoudre un problème arithmétique. Pour commencer, il prend le temps de lire l'énoncé en s'y rendant attentif et le reformule en se redisant dans sa tête ce qu'il a compris et retenu, organisant de ce fait les données dans sa tête. La compréhension du problème est pour lui une étape incontournable puisque c'est à partir de celle-ci qu'il détermine une stratégie de résolution, c'est elle qui engendre le choix des opérations à effectuer pour répondre au problème. Enfin, une fois la solution obtenue et si elle lui parait cohérente, l'apprenant la valide et l'annonce dans une phrase-réponse. Derrière cette démarche se cache l'utilisation d'habiletés métacognitives variées mobilisant elles-mêmes des connaissances métacognitives assez riches. La métacognition est donc bien présente dans le fonctionnement mental de Roméo qui lui doit certainement une partie de sa réussite en résolution de problèmes mathématiques notamment. Toutefois, certains éléments évoqués par l'élève au cours des deux dialogues pédagogiques ne peuvent être analysés seulement par ce concept de psychologie cognitive (que révèle le fait de procéder par des rapports de différence par exemple ?). L'utilisation des travaux de La Garanderie amène un regard complémentaire sur les réponses données.

1.6.2. Analyse d'après les concepts de la gestion mentale

L'analyse des informations donne une certaine idée du profil cognitif de cet élève.

<u>Nature des évocations</u>

Après avoir lu l'énoncé, Roméo se parle beaucoup dans sa tête pour accéder à la compréhension du problème et décider des moyens pour le résoudre : « moi je me *dis* que vu qu'ils assemblent tout, le trajet, la nourriture et les visites… », « je me suis *dit* comment fallait faire ». Le jeune garçon évoque le texte en se le redisant intérieurement. Dans le second exercice il procède de la même façon en évoquant la scène verbalement : « là je me *dis* une école dépense 100 pour emmener une classe de vingt-trois élèves, son enseignant et un stagiaire au théâtre, alors je vais déjà mettre les deux personnes en plus dans le vingt-trois, ça va me faire vingt-cinq. » En s'amusant à les compter, le chercheur a pu observer que l'apprenant avait employé plus d'une dizaine de fois les mots « je me suis dit/je me dis » dans ses réponses. L'utilisation **d'évocations verbales** se voit ainsi privilégiée mais elles ne semblent pas exclusives pour autant. Roméo utilise de temps en temps la vue pour se donner des représentations mentales ou enrichir celles qui existent déjà. « Quelques fois quand c'est super dur je me fais quelques images… par exemple je m'imagine les gens. Par exemple celui-là vers le début je l'avais un peu imaginé dans ma tête avec des personnes, par exemple je m'imaginais les personnes avec le prix au-dessus, et après je disais les personnes. » Pour l'ensemble des élèves, le terme image est directement relié à la vue alors qu'il revêt un sens plus général en gestion mentale : l'expression d'image mentale regroupant entre autres des sons et du visuel. Le jeune garçon complèterait donc ce qu'il se dit mentalement avec des images picturales. Sa description correspond aux dessins schématiques que représente l'enseignant au tableau lorsqu'il effectue des problèmes avec toute la classe. Cette étape pourrait correspondre à un passage, une aide ponctuelle par laquelle passe l'élève pour se représenter la scène de l'énoncé sans y accorder non plus une importance capitale : « je me les fais [les images] un petit peu mais vite fait, comme ça… ». Les **évocations visuelles** semblent plus marquées dans la phase de résolution quand Roméo voit les nombres de la division comme s'ils étaient écrits à l'ordinateur (dans le deuxième problème) par exemple. Le « modèle mental » qu'il décrit de cette opération est très visuel puisqu'il désigne aussi les traits de l'opération tels qu'on les trace en la posant. L'atmosphère de sens dominante est sans aucun doute la parole mais la vue vient la compléter et l'enrichir.

<u>Lieu de sens</u>

Dans les deux dialogues pédagogiques l'apprenant a montré une constance dans sa méthode de résolution de problèmes : il commence par lire les énoncés et passe ensuite des perceptions visuelles qu'il a eues à des évocations verbales parfois accompagnées d'images mentales visuelles. Il s'interroge après sur les opérations les plus efficaces et les calcule enfin pour obtenir un résultat et répondre à la question posée. Cette méthode montre une résolution assez linéaire des problèmes arithmétiques d'application. « Je réfléchis dans l'ordre » et « je fais souvent étape par étape », spécifie-t-il au cours du premier échange. En effet il évoque l'énoncé en conservant la chronologie originale et procède petit à petit pour le résoudre. Ces indications ajoutées aux marqueurs de temps « et après » qui ponctuent le discours de Roméo inscrivent ce dernier dans un lieu de sens plutôt porté par le **temps**.

<u>Projets de sens</u>

Lorsqu'il évoque l'énoncé des problèmes, Roméo semble les reformuler au plus près de leur état initial. Il ne cherche pas à improviser des détails supplémentaires pour mieux saisir le sens de l'énoncé, l'état « brut » lui suffit. « On nous dit que ça, leur trajet leur a couté 640€, la nourriture 200 et les visites 320. [...] Après on nous demande, sachant qu'ils sont huit amis, quel est le prix pour une personne. [...] Et par contre ils sont partis cinq jours et on nous demande combien a coûté une journée de vacances pour chaque ami. » Le jeune garçon fait preuve d'une assez grande fidélité à l'histoire décrite et la conserve en l'état pour asseoir dessus ses réflexions. Il évoque ainsi en **troisième personne** de manière privilégiée.

« Soit je me mets dedans, soit je suis témoin » affirme Roméo à propos des scènes qu'il se représente. De ce fait, soit il se voit faisant partie de l'histoire parmi les personnages de l'énoncé (« je me vois évoluer avec les autres personnages »), soit il se sent plutôt extérieur. Le jeune garçon ne s'est pas montré impliqué ni dans le groupe des huit amis, ni dans la classe de vingt-trois élèves, les évoquant à la troisième personne du pluriel : « les vingt-trois élèves qui allaient à l'école et qui dépensaient [...] Ben je m'imagine les enfants qui payent. » Dans la partie relative à l'évocation du texte des problèmes, l'apprenant serait alors plutôt témoin de sens, dans ces deux situations au moins. Par ailleurs il s'imagine ou se met en projet d'être le destinataire des problèmes, comme si le ou les rédacteurs de l'énoncé s'adressaient à lui : « Ils *me* demandent quel est le prix du voyage... ». Il s'implique lui-même dans la résolution en évoquant verbalement sa méthode de résolution, en témoigne notamment l'utilisation de la première personne dans ses réponses : « *Je me suis* dit, *je me suis* rappelé des nombres... *Je me suis* fait vingt-cinq... » Il déclare même : « je fais ma méthode », montrant là encore qu'il se sent acteur de sa résolution. Le jeune garçon a l'air de se sentir à l'aise comme **témoin** autant que comme **acteur de sens**.

Afin de saisir le sens du texte et de la question posée, Roméo cherche à établir des comparaisons entre les évoqués en présence et des évoqués mémorisés : « je me fais des liens avec ce que j'ai déjà vu » explique-t-il. Il semble même chercher des **rapports de différence** entre ces évoqués, listant les caractéristiques de chacun pour choisir les plus à même de l'aider à répondre à la question posée : « avec les masses et les longueurs... [dans le tableau] des masses y en a un peu plus : myria, quintal et tonne » détaille-t-il pour montrer les différences observées entre ces unités de grandeurs et mesures. Le jeune garçon a encore évoqué plusieurs opérations pour n'en choisir qu'une seule : « bah on peut pas savoir le prix en faisant « plus », « moins ». » Il effectue des **liens de similitude** en faisant référence à des résultats connus qu'il évoque directement en lien avec ce qu'il comprend des énoncés : « 25 + 25 + 25 + 25 ça fait 100 ». Il confie encore, bien malin : « souvent en calcul mental on en fait pas des très dures, c'est des choses qui sont simples » donc il préfère ne pas poser les opérations comme il le fait à l'écrit mais chercher dans sa mémoire des résultats connus ou des stratégies qu'il a mémorisés et qui l'aident à trouver des solutions rapidement.

Outre les liens qu'il se crée dans sa tête, Roméo s'appuie sur le sens des opérations qu'il confronte au sens de la question. « Dans ma tête j'ai réfléchi qu'il fallait faire des « plus » parce que voilà fallait *assembler*. Et après ils nous demandaient, comme j'ai expliqué, que pour une personne, alors il a fallu diviser » explique-t-il. Par le verbe « assembler » l'élève montre qu'il a enregistré mentalement un modèle explicatif de l'addition et s'en est servi pour choisir l'opération adéquate. Il affirme également « je préfère me l'expliquer dans ma tête » lorsqu'il doit apprendre une règle de mathématiques. Il utilise en parallèle une seconde méthode qui complète les explications qu'il se donne par des petites applications : « parfois il y a des petits exemples en dessous [de la règle à apprendre] ». Il détaille ce deuxième aspect en prenant un cas concret : « en conjugaison par exemple je me rappelle avec les règles de « a/à », je me dis si on peut dire « avait » je ne mets pas d'accent, si on ne peut pas dire « avait » je mets un accent. » Cet exemple indique que Roméo se met en projet de sens d'application puisqu'il n'a pas donné la règle expliquant la différence d'utilisation entre les deux homonymes mais le moyen d'application permettant d'employer chacun au bon moment dans des phrases qu'il faudrait compléter ou rédiger. De plus la division évoque chez lui un modèle applicatif autant que l'addition était associée à son sens : « c'est comme quand on la pose, on fait un trait comme ça, hop, je pose mes chiffres et je pense… ». Roméo semble être animé par un projet de sens **d'explication** autant que **d'application**, préférant l'un à l'autre selon les situations ou bien juxtaposant les deux pour qu'ils se complètent.

Très rapide, l'apprenant a terminé son travail bien souvent avant ses camarades. De plus, sûr de lui dans cette discipline il ne demande pas d'aide à ses pairs et ne ressent pas le besoin d'aller questionner l'enseignant non plus. « Je cherche la question » répond-il lorsque l'interviewer l'interroge sur l'attitude qu'il adopte lorsqu'il hésite. Préférant visiblement travailler seul de son côté, l'hypothèse d'un projet de sens **auprès des choses** peut ainsi être envisagée.

A propos de la vitesse à laquelle il avance et finit ses activités, Roméo déclare : « j'aime bien aller vite pour avoir fini à temps déjà parce qu'il faut aussi être rapide sinon t'es obligée de tout refaire le travail, après ça le chamboule ce qu'on doit faire au tableau et c'est un peu gênant » et « apparemment j'ai une facilité pour comprendre les choses ». Jamais, dans ses propos, l'élève n'a évoqué une quelconque confrontation avec ses camarades, il ne parait pas vouloir se mesurer aux autres dans les apprentissages mais cherche à être rapide « pour lui », pour son organisation personnelle, pour être efficace. Bien que timide par le peu d'arguments explicites dans ces deux dialogues, l'hypothèse d'un projet de sens de **recordman** peut être avancée.

<u>Synthèse</u>

Le profil cognitif érigé présente une dominance de certains projets de sens (troisième personne, auprès des choses par exemple), d'autres couples de projets de sens (acteur/témoin de sens et application/explication notamment) sont plus équilibrés. Les évocations (verbales et visuelles) témoignent d'une certaine successivité et sont situées dans un lieu de sens marqué par le temps. Le fonctionnement mental de Roméo semble s'articuler de manière équilibrée entre des projets de sens privilégiés « d'office » quelle que soit la situation et d'autres qui varient plus facilement. En faisant preuve de souplesse au niveau cognitif, le jeune garçon se rend adaptable aux nouveaux apprentissages mais n'est pas sûr de lui pour autant. Cela vérifie ce qu'expliquait l'enseignant : cet élève est brillant, comprend vite ce qu'il découvre et réussit de manière constante mais a sans cesse besoin d'être assuré quant à la nouveauté.

1.6.3. Articulation synthétique entre métacognition et gestion mentale

Il est possible de reconnaître l'habileté métacognitive de planification lorsque Roméo se représente mentalement les données pour concevoir une démarche de résolution, se mettant en projet d'effectuer le travail demandé. Dans l'habileté métacognitive de contrôle, si plusieurs solutions se présentent, Roméo choisit celle qui lui parait la plus censée en faisant appel aux gestes mentaux de compréhension et de réflexion. L'activité de régulation transparait du fonctionnement mental de l'élève lorsque celui-ci vérifie les réponses qu'il va donner ensuite. Le projet de sens de recordman qui l'anime – et qu'il a de commun par ailleurs avec les cinq autres cas d'étude – ne le pousse pas à terminer ses exercices pour s'en débarrasser mais à être rapide et efficace pour se dépasser lui-même et repousser ses limites, un programme dont la relecture et la vérification des résultats ne peuvent se passer.

Métacognition	*Gestion mentale*
• **Connaissances métacognitives** : • *Sur les personnes* : sur lui-même. • *Sur la tâche* : importance de comprendre le sens du problème. • *Sur les stratégies* : mobilise ses acquis, sens des opérations. • **Habiletés métacognitives** : • *Planification* : représentation mentale des données et conception de la démarche de résolution. • *Contrôle* : choix de la solution la plus censée. • *Régulation* : vérification puis annonce des résultats.	• **Évocations** : verbales et visuelles. • **Lieu de sens** : le temps. • **Projets de sens** : application/explication, témoin et acteur de sens, 3ème personne, auprès des choses, rapports de similitude et de différence, recordman. • **Gestes mentaux** : attention, compréhension, réflexion.

Tableau 17 : Synthèse des éléments observés dans le fonctionnement mental de Roméo.

Le tableau synoptique qui suit résume – bien que très brièvement – l'analyse intra-individuelle des entretiens, synthétisant pour chacun des six élèves l'ensemble des éléments repérés susceptibles de permettre une meilleure compréhension de la réussite dont ils font preuve. Une analyse plutôt transversale des douze dialogues pédagogiques est attendue ensuite dans le second point.

<table>
<tr><th rowspan="2">Élèves</th><th colspan="2">Métacognition</th><th colspan="3">Gestion mentale</th></tr>
<tr><th>Connaissances métacognitives</th><th>Habiletés métacognitives</th><th>Nature et lieu des évocations</th><th>Projets de sens repérés</th><th>Gestes mentaux utilisés</th></tr>
<tr><td>Eugénie</td><td>• Personnes : sur elle-même et les autres
• Tâche : étapes de résolution, pas de précipitation
• Stratégie : acquis mémorisés, sens des opérations</td><td>• Planification : représentation mentale des données
• Contrôle : surveillance des procédures et des stratégies choisies
• Régulation : valide ses résultats et formule sa réponse</td><td>Evocations verbales et visuelles situées dans le temps.</td><td>• Explication
• Acteur/témoin de sens
• 1ère personne
• Avec les choses
• Liens de similitude
• Recordman
• Finalité</td><td>• Attention
• Compréhension
• Réflexion</td></tr>
<tr><td>Julie</td><td>• Personnes : sur elle-même
• Tâche : importance de la question
• Stratégie : techniques opératoires, sens des opérations</td><td>• Planification : mise en projet
• Contrôle : cohérence des résultats
• Régulation : valide et formule sa solution</td><td>Evocations visuelles (dominantes) et verbales organisées dans le temps et un peu dans l’espace.</td><td>• Explication
• Acteur/témoin de sens
• 1ère personne
• Avec les autres
• Liens de similitude
• Recordman</td><td>• Attention
• Compréhension
• Réflexion</td></tr>
<tr><td>Louis</td><td>• Personnes : sur lui-même
• Tâche : lecture et compréhension de l’énoncé essentielles
• Stratégie : calcul mental, sens des opérations</td><td>• Planification : appropriation des données et organisation de la démarche de résolution
• Contrôle : intelligibilité des résultats
• Régulation : validation des procédures et des résultats</td><td>Evocations verbales et visuelles très riches et ordonnées dans le temps.</td><td>• Application
• Acteur/témoin de sens
• 1ère/3ème personne
• Auprès des choses
• Liens de similitude
• Recordman
• Finalité
• Argumentateur
• Inventeur</td><td>• Attention
• Mémorisation
• Compréhension
• Réflexion
• Imagination</td></tr>
</table>

Louise	• Personnes : sur elle-même • Tâche : n'associe pas l'activité de problème à l'emploi nécessaire d'une opération • Stratégie : sens des opérations	• Planification : mise en projet de répondre à la question posée • Contrôle : choix de la méthode la plus stratégique • Régulation : annonce des résultats.	Evocations verbales (majoritairement) et visuelles très linéaires.	• Application • Acteur/témoin de sens • 1ère personne • Avec les choses • Rapports de différence • Recordman • Moyens	• Attention • Compréhension • Réflexion
Pauline	• Personnes : sur elle-même (mais peu explicite) • Tâche : importance de comprendre le sens du problème • Stratégie : mobilise ses acquis, sens des opérations	• Planification : mise en projet de répondre à la question et organisation des données • Contrôle : compare d'autres démarches pour être sûre de la sienne • Régulation : annonce des résultats	Evocations verbales placées dans un univers temporel.	• Explication • Acteur/témoin de sens • 1ère personne • Avec les autres • Rapports de différence • Recordman • Moyens • Composante	• Attention • Compréhension • Réflexion
Roméo	• Personnes : sur lui-même (facilités) • Tâche : recherche d'une opération adéquate • Stratégie : mobilise ses acquis, sens des opérations, rapidité	• Planification : représentation mentale des données et conception de la démarche de résolution • Contrôle : choix de la solution la plus censée • Régulation : vérification puis annonce des résultats	Evocations verbales et visuelles marquées par le temps.	• Application/explication • Acteur/témoin de sens • 3ème personne • Auprès des choses • Rapports de similitude et de différence • Recordman	• Attention • Compréhension • Réflexion

Tableau 18 : Synoptique de l'analyse intra-individuelle.

2. Entre stabilités et variations interindividuelles

Cette étude dresse un état des lieux complet des découvertes issues des échanges et peut être complétée par un travail plus thématique au regard des deux champs conceptuels précédemment convoqués. Les élèves sont performants, c'est un fait, mais le sont-ils tous de la même manière ? Autrement dit, quelles singularités et ressemblances peuvent être observées dans les procédures des apprenants, et ce, tant du point de vue de la métacognition que de celui de la gestion mentale ? C'est à ce *distinguo*[30] que s'attache l'analyse qui suit, autorisant pour conclure l'esquisse d'un profil d'élève en situation de réussite en mathématiques.

2.1. Des singularités de fonctionnement

Quelles différences de fonctionnement l'analyse intra-individuelle qui précède fait-elle apparaître entre les élèves ? Chacun conçoit les apprentissages à sa manière selon les habitudes mentales avec lesquelles il se sent à l'aise et qu'il privilégie. De cette façon il y a toujours pour chaque apprenant une singularité de son approche par rapport aux objets de connaissance, et en l'occurrence vis-à-vis de la résolution de problèmes d'application arithmétiques. Les enseignants doivent prendre en compte les différences qui existent au sein d'un groupe et s'adapter aux multiples besoins, particularités et niveaux en présence. Il en est de même quant aux cheminements cognitifs : il y a quasiment autant de fonctionnements mentaux dans un groupe qu'il y a d'individus et leur diversité est une vraie richesse pour tous qu'il faut veiller à respecter. Parmi les six élèves interrogés, aucun n'a procédé rigoureusement de la même manière que les autres dans sa tête pour résoudre les problèmes mathématiques que le chercheur lui a présentés : au contraire, en détaillant leurs processus mentaux dans les dialogues pédagogiques, un certain nombre de singularités sont apparues. Celles-ci peuvent être pointées à partir du tableau synoptique qui précède (p.197-198) tant à propos de la métacognition que de la gestion mentale.

[30] A noter que les singularités de fonctionnement qui sont repérées autorisent à observer des différences entre les sujets dans leur rapport à la tâche. De même les ressemblances amènent à considérer des similitudes entre les apprenants.

2.1.1. Au niveau métacognitif

L'activité cognitive des six apprenants interrogés comporte un certain nombre de différences et de particularités observables essentiellement au sein de la première composante de la métacognition qui correspond aux connaissances métacognitives. Ces dernières rassemblant des connaissances ou croyances que les élèves se construisent, entretiennent et font évoluer à divers niveaux, il n'est pas étonnant qu'elles soient riches et variées. Ces métaconnaissances ne sont pas nécessairement enseignées en classe, les élèves peuvent en faire l'acquisition à de multiples occasions : au cours d'apprentissages scolaires, de travaux de groupe, et même en dehors de l'école. Elles peuvent aussi évoluer, être transformées, modifiées, enrichies en fonction des nouvelles expériences rencontrées. De plus chaque individu réagit différemment aux situations auxquelles il se confronte, chacun les vit de manière distincte, les enregistre de façon particulière… d'où la multiplicité de métaconnaissances pouvant exister, ne serait-ce que sur une même notion. Pour résoudre des problèmes arithmétiques par exemple, les douze entretiens révèlent des croyances singulières, certains enfants portent leur attention sur des points particuliers qui ne sont pas nécessairement relevés par leurs pairs.

<u>Connaissances métacognitives sur les personnes</u>

Eugénie se sait rapide et de ce fait, elle se distingue d'emblée de ses camarades en comparant sa propre performance en situation de résolution de problèmes à celle des autres : « je comprends plus vite que les autres » explique-t-elle. L'élève se sait la plus rapide de la classe et ne s'en formalise aucunement mais en est consciente. Elle est la seule des six apprenants à se comparer explicitement au reste de la classe. Cela n'a sans doute pas beaucoup d'impact sur sa réussite dans l'activité mais il convient de souligner cette capacité à *se situer personnellement au sein du groupe* comme une première singularité ; en outre, le fait de « confronter » sa performance à celle des autres peut révéler une certaine prise en compte du groupe, Eugénie ne se sent pas seul sujet pensant, elle fait partie d'un ensemble d'apprenants.

Les *connaissances métacognitives* qu'entretient chaque élève *sur lui-même* sont quant à elles, par définition, assez variées puisque tous n'ont pas les mêmes qualités et que chacun est personnellement mieux placé que quiconque pour se connaître. De ce fait, les éléments particuliers mis en avant par les apprenants sont multiples et divers selon l'importance accordée à telle capacité plutôt qu'à telle autre. Les entretiens révèlent ainsi des différences dans les propos des six cas étudiés. Eugénie sait qu'elle choisit de manière automatique la méthode la plus rapide pour résoudre ses problèmes mathématiques : « moi je prends [la solution] la plus rapide ». Julie prône sa capacité à ne pas se précipiter en fonçant vers une démarche qui ne serait pas suffisamment réfléchie, elle préfère prendre le temps d'une lecture consciencieuse et efficace pour éviter une étourderie qui lui ferait finalement perdre du temps (« j'essaye de ne pas perdre mon temps pour ne pas rater un chiffre ou quelque chose »). Louis insiste sur l'élaboration et l'utilisation d'un processus de résolution de problème qui lui est propre (« j'aime plus inventer moi-même ma méthode ») ; cette démarche personnelle lui tient véritablement à cœur et le conduit de manière très fréquente à la réussite, étant semble-t-il bien adaptée à son fonctionnement mental. Louise souligne cette qualité qu'elle a de comprendre rapidement les énoncés et qui lui permet de ne pas perdre de temps, pouvant enchainer rapidement sur la résolution à proprement parler (« je comprends vite le problème et je trouve facilement la solution »). Pauline se montre assez peu sûre d'elle mais présente une certaine constance dans sa manière d'appréhender des activités de problèmes arithmétiques : elle procède par étapes en s'attardant sur les phases qu'elle juge les plus importantes telle que la compréhension du texte qui constitue l'énoncé (« [il faut] d'abord comprendre le problème »). Enfin, Roméo est conscient qu'il détient des facilités de compréhension en mathématiques (« apparemment j'ai assez une facilité pour comprendre les choses ») et ajoute qu'il est très rapide à résoudre les problèmes qu'on lui propose. Ces six CM2 qui réussissent de manière étonnante en mathématiques n'ont pas tous la même idée d'eux-mêmes et dévoilent des qualités dont ils sont conscients et qui ne concernent qu'eux dans leur singularité.

Connaissances métacognitives sur la tâche

En fin de cycle trois de l'école primaire, tous les élèves ont été confrontés et habitués à de nombreuses reprises à résoudre des problèmes d'application arithmétiques invoquant des notions étudiées en classe et qu'il s'agit de sélectionner et d'utiliser à bon escient. Chacun s'est fait une idée de l'activité dans sa tête et détient donc des métaconnaissances à ce propos. L'analyse des échanges en illustre la variété : que les apprenants savent-ils et retiennent-ils de ce type de tâche ? Eugénie sait qu'il ne faut pas aller trop vite en escamotant une étape de résolution qui pourrait l'induire en erreur par la suite et qu'il est donc plus conseillé de prendre son temps, sans le perdre inutilement pour autant. Julie accorde à la question posée par l'énoncé du problème la plus haute importance puisque c'est elle qui donne un sens particulier au texte et aiguille les recherches dans une direction donnée. Pour Louis c'est plutôt la lecture et la compréhension de l'énoncé qui sont essentielles et premières dans les phases de résolution puisqu'elles indiquent les données en présence et font état d'une situation qui pose problème et à laquelle il faut apporter une réponse. Louise affirme de son côté qu'elle n'associe pas dans sa tête la résolution de problème à la recherche systématique et la mise en œuvre d'une des quatre opérations qu'elle a étudiées en classe depuis le CP : lorsque ce type d'activité lui est suggéré elle cherche à répondre à la question mais pense que d'autres outils tels que la comparaison ou la conversion par exemple peuvent suffire, elle ne s'attèle donc pas à combiner les nombres qu'elle possède à tout prix pour utiliser addition, soustraction, multiplication ou division. Roméo quant à lui semble être à l'opposé de sa dernière camarade en expliquant que résoudre une activité de problème arithmétique revient à chercher l'opération adéquate (« moi souvent dès que j'ai le problème je comprends les opérations que faut faire »). A aucun moment il ne mentionne les autres processus opératoires évoqués par Louise mais il ne les inhibe probablement pas pour autant : les observations effectuées dans la classe au début de l'année d'expérimentation ont montré que le jeune garçon était performant et à l'aise quel que soit le contenu du problème d'application proposé. Une nouvelle fois les singularités s'affirment quant aux connaissances qu'ont les élèves de ce type d'exercice : tous n'ont pas appris de la même façon à y répondre, les attentes des enseignants et les conseils prodigués ont pu être différents et chacun les a enregistrés de toute manière à sa façon et en fonction des qualités conscientisées. Il faut en revanche noter que ces métaconnaissances sur la tâche paraissent convergentes avec les métaconnaissances sur leur personne, autrement dit, pour chacun des apprenants les deux types de connaissances métacognitives semblent cohérentes et sont en phase.

<u>Connaissances métacognitives sur les stratégies</u>

Une fois qu'ils ont pris connaissance du texte du problème, les apprenants envisagent un processus de résolution en utilisant les connaissances qu'ils ont de l'activité et des qualités dont ils sont conscients mais pas seulement. Pendant les séances de mathématiques ils ont travaillé différentes notions, des techniques de calcul, certains ont acquis des automatismes… autant de mécanismes qu'ils peuvent mettre à profit dans leur démarche de résolution s'ils y pensent et le jugent nécessaire. L'analyse des entretiens permet d'observer quelques stratégies originales, moins nombreuses toutefois que les croyances précédemment abordées à propos d'eux-mêmes et de la tâche. Cette tendance peut s'expliquer de la manière suivante : les stratégies mises en place par les élèves sont moins issues de leur imagination que des séances de mathématiques qui ont été menées en classe, il est donc logique de relever moins de singularités à ce niveau. Julie se démarque néanmoins en utilisant une certaine technique de calcul : elle se donne d'emblée et autant que possible une idée de l'ordre de grandeur de ce que pourra être la solution, ce qui lui permet de contrôler ensuite très rapidement la cohérence des résultats qu'elle obtient. Louis quant à lui se montre un grand adepte du calcul mental : il résout ses problèmes en effectuant les opérations dans sa tête, expliquant qu'il s'agit pour lui d'une véritable stratégie puisque plus il s'entraîne, plus il performe dans cette technique en terme de rapidité et de résultat et plus il acquerra des automatismes au fil du temps. Le jeune garçon précise qu'il vérifie tout de même ses réponses à la calculatrice pour ne pas être pénalisé mais insiste réellement sur l'importance que revêt pour lui sa technique. Enfin Roméo prône l'efficacité au niveau de la rapidité notamment, pour ce dernier il est nécessaire de ne pas traîner mais de se placer dans une certaine dynamique de travail qui lui permette d'effectuer tous les exercices proposés et suggérés par l'enseignant. Cette méthode est pour lui stratégique puisqu'en s'entrainant autant que cela lui est possible sur les différents sujets présentés, il assimile un maximum de notions et peut prétendre à une réussite optimale.

Habiletés métacognitives

Cette deuxième composante de la métacognition consiste en la gestion de l'activité cognitive des individus, elle structure d'une certaine façon l'activité mentale de ces derniers en leur donnant un cadre. En réfléchissant à la méthodologie à mettre en place les élèves n'utilisent pas tous les mêmes connaissances puisqu'ils font appel à leurs métaconnaissances propres qui diffèrent de l'un à l'autre comme en témoignent les paragraphes qui précèdent. De fait, des distinctions existent au sein des trois habiletés métacognitives que sont la planification, le contrôle et la régulation puisqu'elles ne manipulent pas nécessairement les mêmes éléments. Outre cette différence de contenu, quelques singularités sont observables au niveau de la mise en pratique de chaque habileté métacognitive.

L'activité de *planification* consiste à prévoir l'organisation de la résolution des problèmes. Louise explique à ce propos que pour chaque question posée dans l'exercice, elle concentre son attention sur les seuls éléments nécessaires en ne s'encombrant pas de données inutiles qui pourraient la parasiter. Louis précise de son côté qu'il prend le temps de réfléchir au choix de la méthodologie la plus efficace afin de ne pas avoir à revenir à des questions de démarches en milieu d'activité. Ces deux élèves montrent ici des particularités de leur fonctionnement cognitif qu'aucun de leurs pairs ne semble partager de la même façon.

L'activité de *contrôle* permet de surveiller la cohérence des connaissances et des stratégies mises en œuvre. Les apprenants de interrogés témoignent d'une réussite étonnante en mathématiques et cette étape de vérification les pousse plutôt à consolider leur démarche qu'à la remettre en cause. Dans les réponses qu'elle formule à l'interviewer, Pauline révèle pour cette habileté une manière de procéder plutôt originale et en tout cas différente de ses cinq autres camarades : elle considère des méthodologies qui ne sont pas et ne ressemblent pas à la sienne et les teste pour comparer leur efficacité et se conforter sur l'intérêt de son choix. Cette façon de faire trahit quelque peu le manque de confiance en elle de Pauline mais lui permet certainement de se rassurer voire de s'affirmer vis-à-vis d'elle-même.

L'activité de *régulation* vise à réajuster la démarche si cela est nécessaire ou, le cas échéant, à finaliser la résolution de problèmes. Les six élèves réussissant plutôt brillamment dans la discipline des mathématiques n'ont généralement pas besoin de reprendre en amont certaines étapes de leur résolution et ne montrent à cet endroit aucune singularité de l'un d'eux.

La métacognition présente différentes particularités concernant les apprenants : chacun détient des connaissances qui lui sont propres et qu'il utilise à sa manière dans les étapes de résolution qu'il choisit d'établir. Ces singularités sont des atouts pour les élèves et leur permettent d'être efficaces et à l'aise – dans l'activité de problème arithmétique en l'occurrence. Quelles différences dans les fonctionnements mentaux de ces derniers les travaux de La Garanderie permettent-ils de pointer pour compléter l'analyse effectuée au regard de la métacognition, concept qui relève plutôt du champ de la psychologie cognitive ?

2.1.2. Au niveau de la gestion mentale

La gestion mentale – qui s'inscrit plutôt dans le champ conceptuel de la pédagogie – observe les habitudes mentales récurrentes des élèves qu'elle questionne en dialogue pédagogique. La mise en place de cet outil d'entretien – qu'est le dialogue pédagogique – permet à l'interviewer d'interroger son interlocuteur sur son fonctionnement mental à partir d'une situation de tâche présentée en amont et de l'amener à réfléchir sur lui-même, la finalité étant que ce dernier prenne conscience autant que possible des processus mentaux qu'il met en place de manière privilégiée (pour réaliser cette tâche). L'analyse fine de chaque entretien dans la première partie du chapitre – au regard de la gestion mentale – a permis de décrire avec le plus de précision possible non plus les qualités des élèves ou les connaissances qu'ils ont d'eux-mêmes sur des sujets précis comme c'était le cas de la métacognition, mais la manière dont ils semblent procéder dans leur tête pour résoudre les problèmes arithmétiques qui leur étaient proposés comme tâche-support de l'échange. Les travaux de la Garanderie apportent une analyse complémentaire de celle de la psychologie cognitive de par l'utilisation de concepts différents. Ils soulignent eux aussi les particularités de fonctionnement des apprenants en observant des variations dans leurs habitudes mentales alors que tous, dans le cas de cette recherche par exemple, sont en situation de réussite. Les distinctions sont essentiellement observables à trois niveaux que sont le choix des gestes mentaux utilisés, les lieux de sens dans lesquels sont inscrites les évocations et la diversité des projets de sens privilégiés. Ces différences montrent que des manières de penser variées, des démarches originales et uniques peuvent amener au même résultat : la singularité des élèves est donc également importante à noter et à prendre en compte de ce point de vue.

<u>Variations dans l'utilisation des gestes mentaux</u>

Louis se distingue de ses cinq camarades interrogés dans l'utilisation qu'il fait des gestes mentaux. Il semble en effet le seul, d'après l'analyse des dialogues pédagogiques effectués, à employer tour à tour les cinq gestes mentaux pour résoudre les problèmes d'application arithmétiques (les autres apprenants n'en emploient que trois). En se mettant en projet de répondre à la question posée, le jeune garçon entre pour commencer dans une dynamique *d'attention* dans laquelle il se construit des évocations mentales de l'énoncé à partir des perceptions qu'il en a eues à la lecture. Autrement dit, Louis s'approprie le texte et se le représente dans sa tête dans le langage mental qui lui est le plus familier et qui est susceptible d'être le plus efficace pour l'amener à trouver la solution.

Il fait ensuite très rapidement appel au geste *d'imagination*, presque même en parallèle du geste d'attention pour commencer puisqu'à partir de ses évocations et de sa représentation mentale de l'énoncé il s'invente une petite histoire qui correspond à une reformulation personnelle du texte dans laquelle il est à l'aise et qui l'aidera notamment pour effectuer les gestes de compréhension et de réflexion. Louis utilise également le geste d'imagination à la fin de la résolution de son problème en inventant une sorte de suite à sa première histoire dans laquelle figure la solution qu'il a trouvée : « y avait un autre morceau de la petite histoire ». Autrement dit, « en fait c'est une grande histoire qui serait coupée au milieu par une opération pour savoir combien, comment l'histoire elle va se terminer. » Ce deuxième « bout » d'histoire lui sert alors de support pour rédiger ses résultats : « ça correspond à la réponse, ça va m'aider à faire une phrase-réponse. » En fait, le jeune garçon utilise le geste d'imagination tout au long de sa résolution puisqu'en dehors de l'histoire qu'il se raconte au début et à la fin de son cheminement mental, il se crée entre les deux une démarche de résolution qui lui est propre et à laquelle il tient : « j'aime plus inventer moi-même ma méthode ». Ce geste mental semble revêtir pour Louis une importance capitale dans son processus de résolution de problème en étant omniprésent tout au long de sa démarche alors même que d'autres gestes mentaux sont effectués en même temps. Cette utilisation de l'imagination est une réelle particularité du jeune garçon puisqu'il est le seul des six élèves interrogés à l'employer pour la tâche en présence.

Alors que l'énoncé a été représenté mentalement et imaginé par l'apprenant dans sa tête et à sa manière, la *compréhension* en est facilitée. En confrontant ses évocations aux acquis qu'il possède dans sa mémoire, Louis accède à l'intelligence de l'énoncé, à la signification du texte, au sens du problème qui lui permet d'en envisager la résolution.

Le geste de *réflexion* est alors grandement sollicité : l'élève fait un retour sur lui-même, sur les acquis qu'il a en mémoire pour approfondir la compréhension du problème à laquelle il a accédé peu avant, et notamment la compréhension de la question posée par l'énoncé. Ces allers-retours entre lui, c'est-à-dire ses acquis mémorisés, et les évocations en présence permettent à l'apprenant de dégager des intuitions de sens, de faire ressortir certains outils de sa bibliothèque mentale susceptibles de l'aider à répondre à la question qu'il doit éclaircir. De manière plus concrète, en ayant compris « l'histoire » proposée et la question posée, Louis cherche dans sa mémoire les techniques opératoires qui lui permettront de trouver la solution recherchée.

Le détail des gestes mentaux utilisés fait mention à de nombreuses reprises de l'emploi d'acquis mémorisés. Ceux-ci correspondent aux connaissances que les apprenants ont rencontrées puis acquises à diverses occasions de leur vie d'élève, qu'ils ont gardées en mémoire et qu'ils sont capables de réinvestir dans de nouvelles activités – pour autant tous ne mettent pas totalement en œuvre le geste de *mémorisation* lorsqu'ils travaillent sur un exercice de problème arithmétique. Louis est encore une fois le seul à le solliciter explicitement en détaillant son utilisation au cours des dialogues pédagogiques. « J'essaye d'imaginer une situation et après je m'en souviens. Par exemple cette notion-là c'était quoi, et alors dans ma tête y a la petite histoire que je m'étais inventée pour la retenir, et après une fois que je la retiens, ben après fans ma tête, ça c'était quelle leçon, ah c'était cette histoire-là. » Autrement dit, pour mémoriser un objet de connaissance l'élève fait appel à sa créativité pour imaginer une petite histoire dans laquelle intervient cet objet de connaissance. Pour rendre de nouveau présente la notion dans une autre situation, il n'a alors plus qu'à convoquer l'histoire qu'il s'était imaginée. Cette explication peut étayer une partie de sa façon de procéder pour résoudre des problèmes, et ce notamment lorsqu'il effectue le geste de réflexion précédemment mentionné dans lequel il mobilise un certain nombre d'acquis mémorisés.

Des lieux de sens différents

Julie se différencie de ses pairs interrogés de par *le*, et même plutôt *les* lieux de sens dans lesquels elle inscrit ses évocations. Si elle est à l'aise dans un univers marqué par le temps, l'apprenante semble également l'être quelque peu dans un domaine plus spatial. Lorsqu'elle résout les problèmes de mathématiques qui lui sont proposés, elle procède plutôt par étapes, petit à petit, mais il lui arrive aussi d'anticiper le résultat avant d'entreprendre les calculs pour se donner une idée globale de ce que pourrait être la réponse et estimer d'emblée sa cohérence. Julie est la seule des élèves interrogés à se montrer à l'aise dans un univers marqué par l'espace, c'est-à-dire à placer des évocations dans la globalité et pas seulement dans la linéarité. Cette caractéristique peut lui être précieuse car même si la plupart du temps, l'école « enferme » les apprenants dans le temps ou les habitue trop à se placer dans une dimension temporelle en leur présentant les notions et des activités de manière très linéaire et séquentielle, certains enseignants font intervenir des schémas centrés ou autres présentations plus globales qui peuvent en déranger ou en mettre mal à l'aise plus d'un mais dans lesquelles elle se reconnaitra grâce à cette mobilité dont elle témoigne quant aux lieux de sens.

Des projets de sens riches et variés

Pour s'ouvrir au monde, aux connaissances qui les entourent, à leurs camarades même, les élèves doivent se mettre en projet, c'est-à-dire – en d'autres termes – être animés d'intention(s) pour ce vers quoi ils tendent. Très tôt, les enfants (et même les bébés) se montrent curieux, poussés par des projets d'être et de sens. Très tôt donc, les élèves sont capables d'orienter leurs projets dans des directions relativement précises et se mettre en quête de sens. Les projets de sens dynamisent les gestes mentaux, les rendent réalisables, et l'association des deux permet aux apprenants d'accéder au sens des connaissances en transformant les savoirs en connaissances.

D'une certaine manière les projets de sens correspondent aux habitudes de sens des élèves, à la manière dont ceux-ci procèdent de manière privilégiée pour effectuer telles ou telles activités. Pour résoudre des problèmes d'application arithmétiques par exemple, ils en déploient un certain nombre qui les caractérisent, l'ensemble constituant une sorte de profil mental singulier, de carte cognitive qui ne correspond qu'à eux. Si plusieurs apprenants sont animés par le même projet de sens *d'explication* lors de l'activité, tous ne vont pas utiliser les mêmes autres projets de sens par ailleurs. C'est le cas d'Eugénie et Pauline par exemple : toutes les deux semblent avoir besoin d'explication mais la première se sent par ailleurs plus à l'aise lorsqu'elle est « avec les choses », seule au milieu de ses cahiers ou autres ressources lui permettant de trouver d'elle-même la réponse qu'elle cherche alors que la seconde réquisitionnera plutôt une aide orale auprès de l'enseignant ou d'un de ses pairs, privilégiant le contact, c'est-à-dire être « avec les autres ».

La Garanderie a distingué un certain nombre de couples de projets de sens tel que celui d'être « *avec les choses* » ou « *auprès des autres* », mentionné précédemment. Une dominante de l'un des deux membres du couple apparait souvent, comme Eugénie et Pauline qui privilégient clairement l'un des deux aspects de ce couple par exemple. Il arrive également que certains élèves soient plus nuancés à propos de certains projets de sens, ne privilégiant pas un seul des deux aspects mais se sentant à l'aise dans l'utilisation des deux conjointement comme s'ils se complétaient. Louis peut illustrer cette idée puisqu'il reformule l'énoncé du problème en l'évoquant d'abord en *troisième* puis en *première* personne : après s'être parfaitement approprié les données en les évoquant en troisième personne, c'est-à-dire le plus fidèlement possible, il se permet ensuite quelques libertés et laisse davantage libre cours à son imagination en réinventant l'histoire dans sa tête à partir des données initiales mais à sa manière, c'est-à-dire en première personne.

Quelques apprenants se distinguent encore de leurs pairs en étant les seuls – parmi les six cas étudiés – à utiliser certains couples de projets de sens[31]. Lorsqu'il se parle à lui-même, se pose des questions, y répond, réfute certaines idées qu'il émet et sur lesquelles il réfléchit… Louis se montre un bon *argumentateur*. Il justifie aisément les choix qu'il envisage et les règles de mathématiques qu'il utilise. Si les observations réalisées en classe tendaient déjà à le montrer, les échanges des dialogues pédagogiques l'ont rapidement confirmé : tel un avocat, le jeune garçon défend et affirme ses idées, parfois même avant que cela lui soit demandé. Aucun des cinq autres élèves n'ayant utilisé ce couple de projet de sens (argumentateur/problématiseur), Louis montre ici une nouvelle singularité de son fonctionnement mental. Il apprécie également particulièrement le fait de s'inventer des histoires et des démarches qui lui sont propres et qui l'aident à aboutir à la solution recherchée, en témoignent notamment ces extraits des dialogues pédagogiques : « je me fais moi-même mes histoires », « moi je trouve que ça m'aide de

---

[31] Cf. chapitre 2 pp.80-81 : les différents couples de projets de sens ont été définis précédemment dans la partie du cadre conceptuel consacrée à la gestion mentale.

m'inventer une technique », « j'aime plus inventer ma méthode ». Cet élève semble avoir un réel besoin de mettre son imagination à l'épreuve pour résoudre les problèmes mathématiques et parait animé d'un projet de sens *d'inventeur*. Il donne l'impression de chercher à créer de l'inédit presque « à tout prix », à broder des éléments nouveaux sur les données de base de l'exercice pour mieux l'assimiler, en saisir davantage le sens et optimiser ses chances de réussir à le résoudre. Ce projet de sens ne peut encore être remarqué que dans le fonctionnement mental de ce jeune garçon, marquant une fois de plus une particularité de sa façon de procéder. Enfin, c'est Pauline qui se distingue de ses pairs en se montrant particulièrement *composante*. Douce et discrète, elle semble toujours chercher à être le plus possible en accord avec les objets de savoir ou avec le point de vue de l'enseignant ou de ses camarades, comme si elle redoutait les situations de conflit cognitif. Elle explique par exemple à propos de l'aide qu'elle peut recevoir : « pour moi [les autres] ont la bonne réponse et ce n'est pas trop la peine de se méfier pour voir s'il y a d'autres solutions ». Elle fait confiance à ces derniers et n'est pas animée par l'intention de les contredire ou de les faire argumenter pour entrer davantage dans la compréhension, le fait de suivre leur point de vue fidèlement lui parait suffisamment important. L'utilisation de ce projet de sens est clairement marquée dans le fonctionnement mental de Pauline mais ne figure pas de cette façon chez les autres élèves interrogés, qui, s'ils l'utilisent, ne le montrent qu'à peine, ce qui ne permet pas de le souligner. Cette apprenante montre ainsi une caractéristique de sa façon de résoudre les problèmes qui lui est propre et ne définit qu'elle.

2.2. Des points communs entre les élèves

Un certain nombre de particularités caractérisent les fonctionnements mentaux des élèves et soulignent la singularité de chacun : tout individu est unique et peut engager des procédures différentes de celles de son voisin pour arriver à la réussite que tous deux partagent néanmoins. Il est donc impossible autant qu'impensable de nier l'originalité des démarches et de sous-estimer la variété des façons de penser observables au sein d'un groupe-classe. Il ne serait toutefois pas exact d'affirmer que tous les apprenants procèdent de manière unique et totalement différemment de leurs pairs. Des similitudes entre les fonctionnements cognitifs peuvent être remarquées, en témoigne notamment le tableau synoptique qui précède (p.197-198), synthétisant la première partie de l'analyse. Des ressemblances de méthodologie et de procédure figurent sur de nombreux aspects autant métacognitifs que liés à la gestion mentale.

Cette dernière section s'attache à les pointer et à les étudier en vue d'esquisser un éventuel profil cognitif d'élève performant selon la même philosophie que La Garanderie qui essayait, à travers ses nombreux travaux, de dégager des « grandes familles » d'élèves d'après les cheminements mentaux qu'il observait. Ainsi, quels sont les domaines de convergence – au niveau de leur fonctionnement mental – de ces apprenants qui réussissent de manière exceptionnelle et quelle(s) conclusion(s) est-il possible d'en tirer ? Des « conditions » de réussite – à la lumière de la métacognition et de la gestion mentale – peuvent-elles être définies pour ces six cas afin de dresser un portrait de ces « élèves qui réussissent en mathématiques » ?

2.2.1. Des constantes dans l'utilisation de la métacognition

Si des différences sont à noter entre les connaissances métacognitives conscientisées par les apprenants, des similitudes existent néanmoins entre ces dernières : certaines métaconnaissances peuvent être repérées dans l'activité cognitive de plusieurs des cas interrogés. Autrement dit, outre des particularités individuelles qui constituent la singularité des fonctionnements, une base semble être commune aux personnalités étudiées, certaines métaconnaissances les fédèrent tous les six. Du point de vue de la mise en place des habiletés métacognitives, peu de divergences ont été relevées et pour cause, les élèves semblent avoir des démarches relativement similaires.

<u>Les connaissances métacognitives</u>

Un premier point commun entre les six apprenants concerne les *métaconnaissances sur les personnes*. Tous montrent en effet qu'ils possèdent des connaissances sur leurs qualités personnelles leur permettant de résoudre un problème d'application arithmétique. Au cours des entretiens, Eugénie, Julie, Louis, Louise, Pauline et Roméo détaillent certaines capacités dont ils connaissent l'efficacité et qui les amènent généralement à trouver les solutions justes. Le fait qu'ils soient conscients de leurs aptitudes marque une certaine maturité, une prise de recul vis-à-vis d'eux-mêmes puisqu'ils en connaissent les effets bénéfiques et ne se privent donc pas d'utiliser les connaissances adaptées à la situation envisagée pour la réussir. Ces dernières sont diverses – et ont été pointées précédemment – mais elles existent pour chacun et c'est cela qui est à noter.

Les *métaconnaissances sur la tâche* – en phase avec les connaissances métacognitives précédentes – rassemblent une deuxième fois l'ensemble des six élèves car tous connaissent cette tâche qui leur a été suggérée dans le contexte des dialogues pédagogiques : les problèmes d'application en mathématiques. Ils pratiquent cette activité depuis la classe de CE1 généralement et même si les contenus diffèrent, l'objectif reste inchangé : répondre à la (ou aux) question(s) posée(s). Les grandes étapes de résolution ne sont pas inconnues, les apprenants savent par exemple qu'ils devront inévitablement passer par une lecture attentive de l'énoncé dans son ensemble avant de prévoir et d'entreprendre quelque opération que ce soit. La connaissance de ce type d'exercice est un atout précieux puisqu'en n'ayant pas besoin d'appréhender une forme inconnue d'activité, les élèves gagnent du temps et redoublent d'attention selon les étapes et la connaissance qu'ils ont d'eux-mêmes.

Les *connaissances métacognitives sur les stratégies* montrent davantage de similitudes que les deux « catégories » précédentes. Les travaux de groupe ou les corrections collectives par exemple sont autant d'activités qui permettent aux apprenants d'observer les techniques de leurs pairs, techniques qui peuvent être éventuellement différentes des leurs et parfois plus intéressantes – ou qui peuvent les compléter. En comparant les différentes procédures proposées par leurs camarades, les élèves enrichissent leurs stratégies et gagnent en efficacité. C'est ainsi que certaines techniques fédèrent l'ensemble des cas étudiés : tous se servent par exemple du sens des opérations (la division peut notamment représenter une situation de partage) pour résoudre leurs problèmes. En effet ces six élèves semblent parfaitement maîtriser ce à quoi font référence les quatre opérations « de base » que sont l'addition, la soustraction, la multiplication et la division. Ils savent non seulement les calculer mais connaissent surtout l'usage qu'ils peuvent en faire et lorsqu'ils lisent un texte de problème en l'occurrence, des liens semblent automatiquement se créer entre la situation donnée et le type de calcul qui permettrait de trouver la réponse recherchée. Par ailleurs, Eugénie, Pauline et Roméo expliquent tous les trois que pour résoudre leurs problèmes, ils font appel à des acquis qu'ils ont mémorisés. « Je connais la table de 11 » détaille par exemple la première (Eugénie) qui explique également que « $100 \div 25 = 4$ » est un résultat qu'elle connait déjà et dont elle peut se servir. Le dernier (Roméo) donne lui aussi ce même exemple emmagasiné dans sa bibliothèque mentale : « $25 + 25 + 25 + 25$ ça fait 100, y a $4{\times}25$ pour faire 100 ». Quant à la deuxième (Pauline), en commençant par se donner une idée du résultat, elle utilise le calcul mental et des résultats qu'elle a acquis au fur et à mesure de ses expériences mathématiques. Cette stratégie n'est pas explicitement commune aux six apprenants interrogés mais tout de même à trois d'entre eux, c'est-à-dire à la moitié des cas étudiés – et il est fort probable que les trois autres y fassent appel sans l'avoir mentionné pour autant dans les entretiens. Elle peut donc être caractérisée comme un point commun entre la plupart des élèves.

Les habiletés métacognitives

Cette deuxième composante de la métacognition utilise les éléments de la première pour gérer l'activité cognitive des individus de façon plutôt méthodologique. Organisées en trois temps, en trois phases, les habiletés métacognitives sont utilisées par les six cas interrogés de manière assez semblable. Même si elles traitent des connaissances singulières et mobilisent des qualités individuelles et donc variées, leur structure reste la même et les apprenants ont recours à ces trois « étapes » dans le même ordre avec des objectifs similaires.

La première des habiletés est celle de la *planification*. Il existe des singularités qui caractérisent des fonctionnements cognitifs et apportent une aide particulière à certains élèves sur des aspects précis, jouant le rôle de « conseils individuels » ou d'aide personnelle en quelque sorte. Louise sait par exemple qu'elle a tendance à concentrer son attention sur les seuls éléments susceptibles de l'aider à répondre une question précise, évitant de s'encombrer de données inutiles et lui permettant d'arriver plus vite à une méthodologie et à la solution. Cette particularité qui ne concerne qu'elle la distingue des autres sur un point de détail dont ces derniers n'ont pas nécessairement besoin d'ailleurs, ayant leurs propres techniques et astuces. Néanmoins, de manière générale il ressort des échanges réalisés une utilisation analogue de cette première activité. Pour mémoire la planification « consiste à décider de la façon dont l'information sera traitée »[32]. Dans les faits tous mettent à profit cette étape pour organiser les données mises à leur disposition. Il s'ensuit la préparation des différentes étapes qui sont nécessaires à la résolution à partir de leurs métaconnaissances et de la représentation mentale qu'ils se sont construite de l'énoncé. Ainsi, la planification n'est absolument pas escamotée par l'un de ces six élèves, chacun semble prendre le temps de lire l'énoncé et d'envisager une méthodologie stratégique et efficace pour répondre au problème. La première des habiletés métacognitives parait donc mise en place par les six cas étudiés de façon similaire, en d'autres termes le début de la démarche de résolution de problème semble commun à ces derniers.

[32] Cf. Tableau 1 dans le chapitre 2 : « Les composantes de la métacognition, d'après un article de Saint Pierre (1994) ».

L'activité de *contrôle* constitue une deuxième étape cruciale de la métacognition puisqu'une fois la méthodologie de résolution envisagée et mise en place, cette deuxième habileté s'emploie « à surveiller ou à vérifier l'efficacité de l'activité en cours »[33]. Or, il se trouve qu'à un moment de leur travail, tous les apprenants s'interrogent sur l'intelligibilité de leur démarche et la cohérence des premiers résultats obtenus. « La méthode que j'ai choisie est-elle adaptée ? Les calculs que j'ai entrepris sont-ils efficaces et en adéquation avec la question qui m'est posée ? » se demandent les élèves interrogés. Parfois, ils réfléchissent une nouvelle fois à la raison de leurs choix, comme s'ils devaient les motiver face à l'enseignant ou au reste de la classe : qu'est-ce qui les a poussés à adopter telles stratégies plutôt que telles autres ? L'interviewer peut imaginer par là qu'ils anticipent d'une certaine façon ce qui pourrait se passer pendant la correction collective de l'activité. Cet état des lieux de la situation une fois la résolution du problème bien entamée (si ce n'est presque achevée) correspond à l'habileté métacognitive de contrôle qui rassemble une fois de plus les six cas étudiés. Une constante supplémentaire s'ajoute donc entre ces derniers de par la mise en place systématique d'une étape de contrôle au sein des procédures de résolution de problèmes arithmétiques, cette étape semblant de plus se dérouler globalement de la même façon – les singularités observées ne concernant que les connaissances métacognitives personnelles utilisées par chacun.

La dernière habileté métacognitive est celle de la *régulation* « qui consiste en la poursuite, en l'abandon ou en la correction d'une stratégie en cours à la suite de ce qui a été détecté par les activités de contrôle »[34] qui précèdent. Sélectionnés précisément pour leur étonnante réussite en mathématiques, les apprenants interrogés procèdent dans leur tête de telle façon que la méthodologie qu'ils envisagent les amène généralement à trouver la solution exacte du premier coup. L'ensemble des techniques et des stratégies utilisées semblent efficaces d'emblée et les élèves sont capables de les justifier – comme l'a décrit le paragraphe précédent. Autrement dit, l'étape de contrôle vient surtout confirmer à ces derniers qu'ils sont sur la bonne voie, que leurs démarches sont cohérentes et leurs résultats plausibles. De ce fait, à aucun moment l'un des six cas étudiés n'évoque le besoin de réajuster ses procédures en cours d'exercice. Au contraire, à l'issue de leur cheminement tous finalisent l'activité en annonçant leurs résultats et en insistant

---

[33] Idem.

[34] Idem.

sur la rédaction d'une « belle » phrase-réponse. De cette façon, la phase de régulation fédère le groupe une nouvelle fois : nul ne reprend sa démarche en cours de route parce qu'aucun n'en éprouve la nécessité, en revanche la présentation de leurs solutions parait importante à leurs yeux. Les calculs doivent figurer sur la feuille et ceux qui pourraient avoir tendance à les oublier en sont conscients et redoublent donc d'attention à ce niveau, ils ne doivent pas non plus négliger la dernière étape de la résolution de leurs problèmes, à savoir la phrase à rédiger qui répond à la question posée dans l'énoncé et annonce « en français » la solution obtenue.

Les élèves se ressemblent sur un certain nombre de points relatifs à la métacognition. Trois étapes sont systématiquement observables au cours de toute activité complexe, étapes qui correspondent aux mécanismes de planification, de contrôle et de régulation de la métacognition. La tâche de résolution de problème étant une activité complexe, les apprenants passent donc par chacune, par définition. La question à se poser concerne plutôt les ressemblances dans leurs manières de planifier, contrôler et réguler. Tous prennent d'abord le temps de préparer les données et le cheminement qui semble le plus approprié pour répondre à l'exercice. Un peu plus tard, une fois qu'ils ont bien avancé dans l'activité les élèves consacrent un moment à réfléchir à la logique dont ils ont fait preuve et à la cohérence de leurs stratégies autant que des premiers résultats qu'ils obtiennent. Enfin, ils terminent de résoudre leurs problèmes en validant définitivement leurs solutions et en l'annonçant, sans revenir sur leur méthode qui paraissait efficace depuis le début. Par ailleurs, pour réaliser ces habiletés métacognitives, les apprenants prennent appui sur leurs connaissances métacognitives qui, pour la plupart, leur sont propres, semblent uniques et ne concernent qu'eux ; néanmoins quelques autres – autant sur leurs personnes que sur la tâche et les stratégies – sont constantes chez eux six et constituent en quelque sorte des « fondations communes ». La démarche semble donc globalement commune aux six cas interrogés du point de vue de la métacognition. Qu'en est-il à présent des similitudes entre pairs d'après les concepts de La Garanderie ?

2.2.2. Des convergences repérées au niveau de la gestion mentale

La gestion mentale soutient, prend en compte et respecte l'existence d'une immense variété de cheminements mentaux pour arriver à un même résultat. Chacun a des techniques qui lui sont propres, des limites personnelles différentes de celles des autres, est à l'aise dans un univers de sens plutôt que dans un autre… Néanmoins des constantes dans les fonctionnements mentaux des individus sont à noter. A partir de ses nombreuses recherches, La Garanderie a observé différents profils « typiques » d'apprenants à un niveau plutôt « général ». Il s'agit dans la présente étude de relever les similitudes de fonctionnement entre les cas étudiés à propos de leur réussite en mathématiques – et en résolution de problème d'application en l'occurrence – à partir de l'éclairage et des concepts élaborés par ce pédagogue. Trois domaines sont particulièrement susceptibles de présenter des convergences entre les apprenants : l'activité évocative, la mise en projet et la dynamique des gestes mentaux.

<u>L'activité évocative</u>

Il est une première constante entre les élèves du point de vue de la gestion mentale : *ces derniers évoquent*, autrement dit, ils témoignent d'une activité évocative. Ce courant pédagogique en souligne l'importance : pour La Garanderie, il n'y a pas d'apprentissage sans évocations, l'existence de celles-ci est même indispensable, c'est une condition nécessaire à toute activité mentale. Les évocations constituent de ce fait le concept sans doute le plus important et le plus marquant de la gestion mentale mais comment les découvrir ? Les dialogues pédagogiques peuvent questionner de nombreux aspects du fonctionnement mental des apprenants et notamment la présence ou non d'une activité évocative ; dans l'affirmative l'interviewer peut approfondir les échanges en interrogeant la nature et le lieu des évocations pour mieux comprendre le cheminement mental détaillé par l'apprenant et aider celui-ci à mieux se connaître. La première série d'entretiens réalisés dans le cadre de l'expérimentation avait cet objectif notamment.

Les évocations naissent des perceptions. Lorsqu'une activité leur est présentée, quel que soit le domaine – scolaire ou non – les enfants mettent leurs sens en éveil pour percevoir les consignes, les règles du jeu, les données en tous genres dont ils disposent : ils peuvent entendre, manipuler, observer, éventuellement sentir voire goûter dans certaines activités. Vient alors cette fameuse étape dans laquelle ils évoquent les éléments perçus : ils les organisent, créent du sens entre eux, « les font exister dans leur tête » – expression empruntée à La Garanderie qui l'emploie fréquemment. Pour résoudre les problèmes d'application arithmétiques qui leur sont proposés, les apprenants lisent l'énoncé et perçoivent des éléments qu'ils se représentent ensuite mentalement en les évoquant. D'après les réponses données au cours des dialogues pédagogiques, tous détaillent les représentations mentales qu'ils se sont construit sur des données du texte en les évoquant. Eugénie évoque par exemple (pour le premier problème) « des gens qui sont en voyage et puis ils mangent, ils dorment, ils s'amusent. [...] Je les vois faire tout ça ». La jeune fille semble même indiquer dans sa dernière phrase qu'elle visualise la scène. Julie évoque quant à elle « des gens qui bougent », Louis « imagine qu'ils ont pris l'avion », Louise se rappelle « qu'ils étaient huit à partir et qu'ils se partageaient l'argent », Pauline se répète les données en se parlant « le trajet il a coûté 640€ […] et Roméo « imaginait les personnes avec le prix au-dessus » en se redisant les données. D'après l'analyse individuelle menée au début du chapitre, les six élèves interrogés ont une activité évocative riche et ont notamment évoqué les données des problèmes comme en témoignent les brefs extraits qui viennent d'être cités.

Les apprenants évoquent, c'est un fait qui vient d'être justifié et illustré, mais évoquent-ils tous de la même manière ? La section consacrée aux singularités de fonctionnement n'en a pas fait mention, et pour cause : des similitudes peuvent encore être relevées entre les différentes évocations. L'analyse des entretiens effectuée dans la première partie du chapitre – et le tableau synoptique qui la synthétise – montrent que les six cas interrogés situent leurs évocations dans *deux atmosphères de sens privilégiées* : le visuel et le verbal. Hormis Pauline qui ne semble évoquer qu'au seul niveau verbal, ses cinq autres camarades paraissent à l'aise dans les deux univers de sens, même si l'un domine souvent l'autre. En effet selon les élèves, certains évoquent visuellement les données du problème mais ont davantage recours à des évocations verbales lorsqu'il s'agit de mettre en place des opérations ou de les calculer par exemple, et réciproquement, d'autres évoquent verbalement l'énoncé du problème puis complètent ou se donnent des images mentales visuelles des calculs qu'ils effectuent. Cette habileté à travailler dans deux univers de sens ou à passer de l'un à l'autre en traduisant les évocations du visuel au verbal – ou inversement – est une grande richesse du fonctionnement mental des apprenants. A l'aise dans les deux atmosphères de sens, ils peuvent « apprivoiser » et traiter plus rapidement et plus facilement des types de données variés. Ce constat reflète *une première caractéristique remarquable* de l'activité évocative de ces six élèves performants : une certaine aisance dans plusieurs atmosphères de sens.

Les évocations sont caractérisées par leur nature mais également par le *lieu de sens* dans lequel elles sont placées. L'analyse qui précède met en avant le fait que le temps semble guider presque toutes les évocations. Julie a l'air capable d'en organiser certaines dans l'espace mais elle est la seule de ses camarades à en faire mention d'une part, et situe tout de même l'essentiel de son activité évocative dans le temps d'autre part. Les apprenants paraissent ainsi avoir des cheminements mentaux très linéaires, très chronologiques, préparant une démarche constituée d'étapes qui se succèdent les unes aux autres dans un ordre qui ne relève vraisemblablement pas du hasard. Ces élèves semblent avoir « fait leur » ce fonctionnement quasiment exclusivement temporel de l'Ecole : habitués à une présentation et une organisation très linéaires des notions, ils se sentent en sécurité dans ce lieu de sens qui les fédèrent. L'espace ne les perdrait pas nécessairement pour autant, ils s'y sentiraient certes moins à l'aise que dans le temps mais il est fort possible qu'à l'image de Julie ils réussissent à s'adapter et à « transférer » certaines de leurs évocations dans un lieu de sens qui serait davantage spatial. Ce deuxième aspect de leur activité évocative constitue une *deuxième caractéristique marquante* de ces six apprenants qui réussissent de manière étonnante.

En résumé, les six élèves sélectionnés pour l'étonnante réussite dont ils font preuve en mathématiques se construisent des représentations mentales des énoncés de problèmes et les évoquent, cette activité évocative dont ils témoignent étant une constante importante à souligner. De plus, il semble d'une part que les évocations soient concentrées au sein de deux univers de sens dominants que sont le domaine du verbal et celui du visuel, et d'autre part que ces dernières utilisent le temps comme lieu de sens privilégié (avec possibilité de transfert dans l'espace), ces deux aspects constituant des ressemblances supplémentaires de fonctionnement entre les apprenants du point de vue de la gestion mentale.

La mise en projet

Les activités perceptives et évocatives sont sous-tendues par le fait de se mettre en projet : il n'y a pas d'évocation sans projet de sens. Quand un enseignant présente à sa classe un texte qu'il demande juste de lire sans donner de consigne supplémentaire, il y a fort à parier que s'il interroge ensuite la lecture des élèves, tous évoquent des éléments différents qui les auront marqués eux individuellement et spécifiquement. Ils se seront *mis en projet* de lire le texte, ce qui leur aura permis d'en évoquer certains aspects, évocations qui peuvent être qualifiées de spontanées ou vagabondes puisqu'aucunement dirigées par une recommandation particulière. En revanche, toujours dans ce cas, une consigne précise donnée à l'issue de cette lecture risque d'être assez peu réalisable d'emblée – c'est-à-dire sans pouvoir relire le texte une seconde fois. En effet, arrivée après l'activité les apprenants n'ont pu se mettre en projet (en amont) d'y répondre et n'ont donc pas orienté leurs évocations à travers ce filtre dont ils ne disposaient pas au moment d'effectuer la tâche. Cet exemple peut refléter ce qui se passe en résolution de problème mathématiques lorsqu'aucune question ou consigne ne figure dans l'énoncé (ou seulement à la fin, compliquant la mise en projet) ou bien que les élèves en négligent la lecture :

ils répondent à côté, effectuent des calculs sans lien avec ce qui leur est demandé… Se mettre en projet de résoudre un problème de mathématiques – et donc de répondre à la question posée dans l'énoncé – est une nécessité avant même d'entreprendre l'activité. Par ailleurs, le chercheur peut voir ici se dessiner le rôle pédagogique de l'enseignant : la mise en projet de l'élève est relativement dépendante de la sollicitation du professeur à propos de l'exercice à faire ou de la tâche à effectuer.

La mise en projet s'avère absolument incontournable pour réaliser toute activité mentale quelle qu'elle soit : au même titre que l'existence des évocations est indispensable, le fait de se mettre en projet est une seconde condition nécessaire et fondamentale. En évoquant les données des énoncés et en donnant les réponses exactes aux problèmes qui leur ont été distribués, les six apprenants interrogés se sont par définition *mis en projet* de les résoudre, marquant alors une nouvelle constante dans leurs fonctionnements mentaux du point de vue de la gestion mentale. Des extraits des entretiens menés avec Louise permettent d'illustrer cette importance de se mettre en projet avant d'effectuer la tâche : lorsqu'elle cherche à comprendre un problème cette élève s'imagine « quelqu'un qui a un problème et qu'il faut aider pour qu'il puisse ne plus avoir de problèmes par la suite. » De même elle se met en projet de résoudre le deuxième exercice et d'en obtenir les résultats en anticipant une situation : « si un élève allait plus tard avec ses parents [au spectacle], au lieu qu'il se déplace pour savoir le prix [je pourrais les lui donner ou lui montrer comment les calculer] ». Elle déclare également « si je serais dans la vraie vie comment je ferais ? ». Ces quelques éléments montrent comment Louise se projette dans l'activité – et dans l'avenir – pour la résoudre de manière très explicite. La mise en projet est plus implicite chez ses cinq autres camarades qui n'insistent pas dessus explicitement au cours des dialogues pédagogiques mais elle n'en est pas moins réelle, en atteste notamment l'excellence dont ils peuvent faire preuve.

Si elle n'est qu'animée d'intentions (répondre à la question qui est posée dans l'énoncé par exemple), la mise en projet reste cependant insuffisante pour témoigner d'une réussite marquante – en mathématiques en l'occurrence – les apprenants doivent également se mettre en quête de sens, autrement dit, la mise en projet doit être accompagnée de projets de sens, concepts auxquels La Garanderie accorde une importance capitale puisqu'ils correspondent à la dynamique des actes de connaissance. Comme cela a été détaillé dans le chapitre théorique, « les projets de sens permettent d'entrer dans l'atelier du connaître où les savoirs deviennent des connaissances », autrement dit, ils permettent aux élèves d'accéder au sens des objets de connaissance. La gestion mentale détaille huit couples de projets de sens qui ont chacun une structure et correspondent d'une certaine manière aux habitudes de fonctionnement de chacun. La mise en introspection effectuée à l'aide d'un interviewer au cours de dialogues pédagogiques permet de les découvrir et de détailler l'utilisation qui en est faite. Les six premiers dialogues menés lors de l'expérimentation avaient cet objectif – après celui de questionner les évocations.

Le tableau synoptique qui finalise l'analyse précédente (p.197-198) révèle l'utilisation d'un grand nombre de projets de sens par les apprenants pour résoudre leurs problèmes d'application arithmétiques. Quelques-uns sont employés de manière singulière, par un seul des six cas étudiés mais ce n'est le cas que pour trois de ces couples (argumentateur-problématiseur, inventeur-découvreur, composant-opposant). Il faut en revanche remarquer que six autres couples se retrouvent dans les fonctionnements mentaux de *tous* les élèves interrogés. Une dominante pour l'un des membres du couple peut apparaitre et constituer des variations mais la mobilisation systématique de six couples de projets de sens reste une constante qu'il faut souligner, une *troisième caractéristique dominante* de ces apprenants remarqués pour leur performance notable. Le premier de ces six couples est celui *d'explication-application* : Eugénie évoque souvent le sens de l'opération qu'elle choisit (« si on veut savoir pour une personne il faut regarder pour huit personnes et après diviser par huit pour *partager* » explique-t-elle par exemple) et semble de ce fait animée d'un projet de sens d'explication ; de même Julie parait plus à l'aise dans l'explication, en témoigne notamment l'idée de *rassemblement* que l'addition lui évoque (« plusieurs personnes ou objets, comme si on les mettait tous ensemble ») ; Louis a l'air au contraire d'être véritablement ancré dans un projet de sens d'application (la division représente pour lui une opération « qu'on écrit, on la pose [...] y a pas de carreaux et c'est sur un fond blanc », il en a en mémoire un modèle applicatif) ; Louise qui cherche à « comprendre une règle pour pouvoir l'appliquer » semble également préférer l'application ; Pauline rejoint ses premières camarades en se montrant très encline à l'explication (de par le sens des opérations auquel elle fait appel et le besoin de s'expliquer chaque partie de l'énoncé pour le comprendre) ; Roméo mobilise enfin les deux aspects de ce couple en complétant ses explications par des besoins d'application (« j'ai réfléchi qu'il fallait faire des « plus » parce que voilà fallait *assembler* » explique-t-il avant d'ajouter plus loin « je me sers de quelque chose que je connais et je cherche à *l'appliquer* »). Le couple *acteur-témoin de sens* rassemble lui aussi les six apprenants qui, de plus, se sentent à la fois acteur et témoin de sens en s'imaginant faire partie de la scène qu'ils se représentent ou en en restant extérieur, en se sentant eux-mêmes en train d'effectuer les calculs ou en en restant spectateurs. Par ailleurs, puisque tous évoquent l'énoncé, tous mobilisent le couple *première-troisième personne* : Eugénie reformule par exemple le texte avec ses propres mots en privilégiant ainsi la première personne, tout comme Julie, Louise et Pauline ; Louis se sent à l'aise dans les deux cas en restant dans un premier temps fidèle aux termes de l'énoncé avant de laisser son imagination reformuler autrement les scénarios décrits ; Roméo préfère quant à lui rester le plus proche possible de l'énoncé en l'évoquant en troisième personne. Le couple *avec les choses-auprès des autres* est le quatrième qui est utilisé par les six élèves : Eugénie, Louis, Louise et Roméo semblent préférer trouver eux-mêmes les éléments qu'ils cherchent en mobilisant les outils « matériels » qui sont à leur disposition, ils apprécient le contact avec l'objet de connaissance qu'ils peuvent décortiquer comme ils l'entendent ; à l'inverse Julie et Pauline paraissent plus à l'aise en étant « avec les autres », ils ressentent un certain besoin relationnel et se sentent rassurés par le contact verbal d'un interlocuteur qui les aide à comprendre ou décrypter ce qui les questionne. Lorsqu'ils accèdent à la compréhension des énoncés de problème, les apprenants créent tous des *liens de similitude ou des rapports de différence*, ce « couple » ne fait pas partie des projets de sens listés par la Garanderie mais peut y être assimilé de par le rôle important qu'il joue dans le geste mental de compréhension notamment ; Eugénie, Julie et Louis semblent relever des comparaisons entre les évoqués en présence et ceux qu'ils ont mémorisés, ils cherchent des ressemblances avec des éléments qu'ils connaissent et sont de ce fait plutôt à l'affut de liens de similitudes ; Louise et Pauline auraient plutôt tendance à lister les différences qu'elles observent ou à s'intéresser par exemple délibérément de prime abord aux opérations qui ne conviendront pas pour s'assurer des divergences et incohérences avant de prendre une décision finale ; enfin Roméo fait référence à des comparaisons autant qu'à des différences dans les réponses qu'il formule à l'interviewer et parait de ce fait être à l'aise dans les deux aspects du couple. Le dernier couple de projets de sens auquel les six élèves semblent faire appel est celui de *recordman-compétiteur*, de plus tous tendent vers la même dominante de recordman : en effet, même s'ils ne trainent pas pour autant, les apprenants prennent le temps qu'il leur faut pour résoudre les problèmes en étant précautionneux pour les réussir « du premier coup », ils cherchent à être efficaces et stratégiques mais ne se préoccupent pas de leurs pairs en voulant à tout prix les dépasser et aller plus vite. Pour conclure sur les convergences notées à propos des projets de sens, le tableau synoptique montre encore que quatre sujets ont recours au couple *moyens-finalité* pour résoudre leur activité de problème : celui-ci n'est donc pas utilisé à l'unanimité mais tout de même par les deux-tiers des élèves (c'est-à-dire quatre sur six). Eugénie et Louis montrent ainsi que la réponse (autrement dit la finalité) semble primordiale pour eux, au point de se sentir capables de négliger la rédaction des étapes de leur raisonnement ; Louise et Pauline observent la tendance inverse, comme l'explique la première : « l'important c'est de résoudre l'opération, ce n'est pas forcément d'avoir la bonne réponse, c'est d'arriver à déjà trouver l'opération et essayer de la résoudre », de ce fait la démarche (au sens des moyens) parait plus importante aux yeux de ces dernières que le résultat final.

Une certaine dynamique des gestes mentaux

La pédagogie de La Garanderie distingue cinq gestes mentaux, cinq outils différents mais étroitement liés les uns aux autres, qui permettent d'accéder à la connaissance telles cinq portes d'entrée qui mènent au sens des objets de connaissances. Toute situation de tâche requiert l'utilisation de l'un de ces gestes mentaux au minimum, de fait pour résoudre des problèmes d'application arithmétiques les élèves ne peuvent pas se passer de ces derniers mais lesquels ont-ils utilisé ? Certains ont-ils été employés avant d'autres ? Un ordre dans leur utilisation peut-il être repéré ?

Ces actes de connaissance – comme ils sont parfois qualifiés du point de vue épistémologique – sont constitués d'un ensemble d'opérations mentales décrites par la gestion mentale dans une visée de didactique, d'où l'idée de *gestes*. Les façons d'être attentif, de mémoriser, de comprendre, de réfléchir et d'imaginer sont ainsi détaillées avec précision et leur exécution ne se fait pas au hasard. Hormis la mémorisation et l'imagination que Louis semble être le seul à avoir évoqué explicitement comme cela a été décrit précédemment – ce qui n'implique pas pour autant qu'il les mobilise sur le coup et que ses pairs n'y ont pas recours – trois gestes mentaux se retrouvent systématiquement dans les fonctionnements mentaux de tous les élèves : l'attention, la compréhension et la réflexion. En évoquant les données de l'énoncé, ces derniers se mettent en projet de se les représenter mentalement et réalisent par exemple le *geste d'attention* – il ne faut pas oublier que les gestes mentaux ne peuvent exister sans évocations ni projets de sens. De même, tous insistent sur l'importance de comprendre le texte (et l'activité) qui leur est suggéré ; les projets de sens d'application-explication, de finalité-moyens et les rapports de différences ou de similitudes recherchés et mis en place par les apprenants leur permettent d'accéder à ce *geste de compréhension*, chacun compare les évocations qu'il s'est fait des problèmes avec les évoqués emmagasinés dans sa bibliothèque mentale et en dégage des intuitions de sens, accède à l'intelligence du texte qu'il recherchait. Enfin, les apprenants se mettent en projet d'enrichir la compréhension qu'ils ont dégagée du problème, d'en donner davantage de sens en effectuant de nouveaux allers-retours entre leurs évocations en présence et leurs évoqués mémorisés dans l'objectif final de découvrir des outils qui leur permettent de répondre à la question posée, réalisant par là-même le *geste de réflexion*. Un recours à la mémorisation est nécessaire pour effectuer ne serait-ce que les gestes de compréhension et de réflexion, les élèves y ont donc tous eu recours à un moment donné mais ne montrent pas dans les dialogues pédagogiques comment ils procèdent pour réaliser ce geste (à part Louis qui explique : « j'essaye de m'imaginer une situation et après je m'en souviens »). Ses camarades n'en donnent en revanche aucun détail, raison pour laquelle l'interviewer n'ajoute pas la mémorisation aux trois gestes qui fédèrent réellement et explicitement les cas étudiés dans la recherche, à savoir l'attention, la compréhension et la réflexion.

Les trois gestes mentaux mentionnés semblent être utilisés dans le même ordre pour chacun des apprenants. L'attention est première, ce qui est assez logique puisque pour résoudre un problème (mathématiques en l'occurrence) la première chose à faire est d'en lire l'énoncé avec le projet précis de s'y rendre justement attentif. La didactique des actes de connaissance décrit les opérations de la pensée que sous-tendent les gestes mentaux et expliquent par exemple ce que signifie « être attentif » car cela ne s'improvise pas. C'est en tout cas le premier geste mental mobilisé par les élèves. Cela ne signifie pas qu'à l'issue de la lecture de l'énoncé il soit ensuite oublié au profit des suivants : au contraire il est pleinement employé d'entrée de jeu, lui tout seul, mais reste présent et « actif » lors de la mise en place des autres gestes mentaux. C'est la compréhension qui est ensuite « mise à l'honneur » : après avoir lu l'énoncé les apprenants cherchent en effet à comprendre leur lecture avant de se lancer dans quelque résolution que ce soit – sans oublier que le geste d'attention reste présent en filigrane. Cette étape de compréhension parait capitale pour chacun puisqu'elle est soulignée dans tous les dialogues pédagogiques. Une fois l'activité comprise dans son ensemble apparait le geste de réflexion – toujours accompagné du geste d'attention mais aussi de celui de compréhension qui reste toujours utilisé et efficace, bien que plus discrètement. A ce moment-là les apprenants tentent d'enrichir la compréhension qu'ils ont eue jusque-là pour voir ce qu'ils peuvent y ajouter et quels outils mobiliser et mettre en place pour répondre à la question posée sans trahir la cohérence et l'intelligibilité du problème.

L'utilisation des gestes mentaux par les élèves peut être questionnée dans des dialogues pédagogiques. Cette opération s'avère complexe puisque l'interviewer doit témoigner d'une parfaite maîtrise de la structure des gestes mentaux et de cet outil d'entretien[35]. De plus, pour obtenir le plus d'informations et une bonne compréhension de l'utilisation qu'en fait un élève, un dialogue pédagogique devrait se concentrer sur un seul geste mental. L'expérimentation de cette recherche visait toutefois moins l'approfondissement d'un geste mental précis que la recherche de tous ceux qui étaient mobilisés. Alors que la première série d'échanges était plus portée sur la découverte des évocations et des projets de sens, la suivante attendait surtout – outre quelques précisions pour éclairer des points d'ombre laissés par le premier dialogue – des retours sur l'utilisation et la mise en place des gestes mentaux. Il en ressort finalement plusieurs constantes marquant une *quatrième caractéristique remarquable* de ces élèves qui réussissent : trois gestes (attention, compréhension et réflexion) sont systématiquement utilisés pour résoudre les problèmes d'application mathématiques par les six apprenants interrogés. Ils semblent également être utilisés dans ce même ordre : attention puis compréhension et réflexion ; il faut tout de même préciser que si l'attention est mobilisée au départ, elle le reste en même temps que la compréhension, de même la compréhension (et l'attention) accompagnent la réflexion. La notion d'intrication peut être pertinente pour étayer et souligner les liens étroits qui existent entre les différents gestes mentaux : ces derniers ne sont pas à penser de manière séquentielle ou linéaire mais dans une certaine complémentarité puisqu'ils sont comme imbriqués les uns avec les autres.

Au niveau de la gestion mentale, des similitudes sont observables sur trois aspects différents – et étroitement liés. Premièrement tous les élèves interrogés présentent une activité évocative riche dans laquelle ils utilisent plusieurs atmosphères et lieux de sens, habiletés qui semblent caractériser leurs fonctionnements et participer de manière marquante à l'étonnante performance dont ils font preuve. Deuxièmement, tous se mettent en projet avant de se lancer dans une activité et montrent l'utilisation de plusieurs couples de projets de sens – six sont d'ailleurs mentionnés par l'ensemble des apprenants. Troisièmement, tous les apprenants mobilisent les trois mêmes gestes mentaux pour résoudre l'activité mathématique qui leur est proposée. Ces constantes notables, associées à celles relevées au regard de la métacognition, peuvent contribuer à expliquer la réussite remarquable de ces six individus. L'hypothèse peut même être formulée que ces différents éléments retrouvés dans les fonctionnements mentaux

[35] Le dialogue pédagogique est abordé dans ses aspects théoriques dans le deuxième chapitre de la thèse (pp.81-83), d'un point de vue pratique dans le troisième chapitre (pp.102-107)

de chacun constituent non un gage mais des conditions de réussite pour ces derniers, dans le domaine des mathématiques et plus précisément de la résolution de problème d'application. La recension de ces ressemblances autorise le chercheur à envisager une esquisse de profil d'élève réussissant en mathématiques pour caractériser les cas étudiés. La figure 11 qui suit modélise ce type d'apprenants en s'appuyant sur l'analyse qui précède.

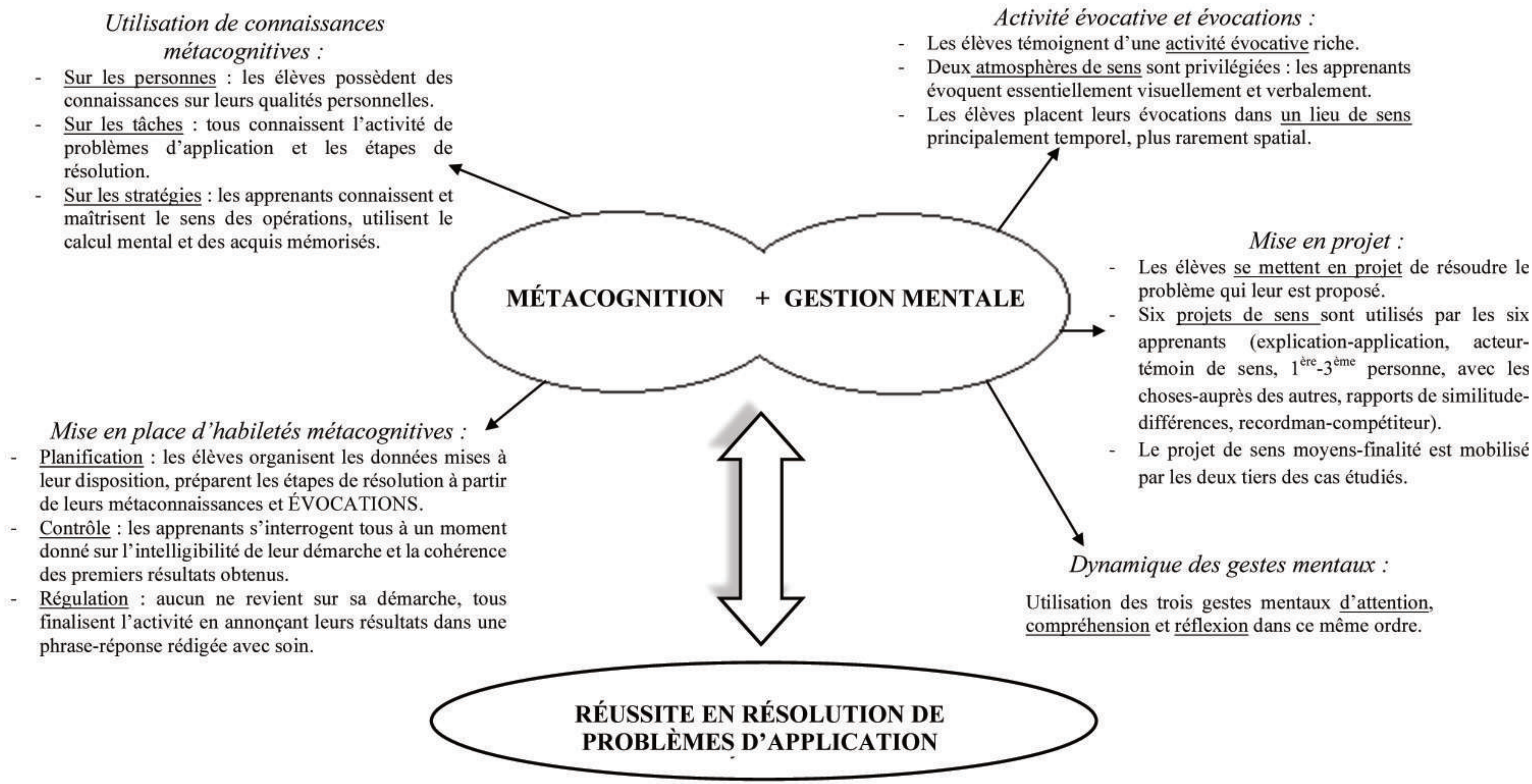


Figure 11 : Profil d'élève faisant preuve de réussite en mathématiques, réalisé à partir des constantes observées sur les cas étudiés dans cette recherche lors de la résolution de problèmes d'application arithmétiques.

Chapitre 5 : Discussion

L'objectif de la thèse était d'éclairer et de mieux comprendre la réussite notable d'élèves de fin de primaire en mathématiques afin de répondre à la problématique formulée en ces termes : en quoi l'articulation de la métacognition et de la pédagogie des gestes mentaux apporte-t-elle une meilleure compréhension du phénomène de réussite en mathématiques dans l'activité de résolution de problèmes plus particulièrement, auprès d'élèves de CM2 ? Sept questions de recherche orientaient la réflexion :

- ✓ De quelles **connaissances métacognitives** les apprenants semblent-ils détenteurs à propos des personnes, de la tâche et des stratégies lorsqu'ils sont confrontés à une activité de résolution de problème en mathématiques ?
- ✓ Comment les élèves organisent-ils la résolution de problèmes arithmétiques d'application ? C'est-à-dire comment mettent-ils en œuvre l'habileté métacognitive de **planification** pour résoudre les problèmes donnés ?
- ✓ Par quels moyens les apprenants s'y prennent-ils pour vérifier le bon déroulement de leurs procédures de résolution et l'efficacité des connaissances et stratégies choisies ? Autrement dit, comment effectuent-ils l'habileté métacognitive de **contrôle** ?
- ✓ Quels éléments permettent aux élèves d'adapter leur mode de résolution ? Comment effectuent-ils une **régulation** de leur travail ?
- ✓ Les représentations mentales que se font les apprenants des problèmes qui leur sont donnés peuvent-elles être identifiées et selon quelles modalités ? Autrement dit, quelles sont leurs **évocations** ?
- ✓ Des **projets de sens** sont-ils mobilisés et, dans l'affirmative, quelle en est leur compréhension ? Sont-ils en adéquation avec le fonctionnement mental de l'élève et les problèmes présentés ?
- ✓ Quelle importance est accordée aux **actes de connaissance** ? Les apprenants effectuent-ils les gestes mentaux qui leur correspondent au cours des différentes étapes de résolution de problème en mathématiques, et si oui, comment les utilisent-ils ?

La méthodologie de l'étude de cas a été choisie pour observer le fonctionnement mental de six élèves – choisis pour leur réussite notable en mathématiques – interrogés individuellement en dialogues pédagogiques. Les données recueillies ont été analysées et interprétées au quatrième chapitre et méritent à présent d'être discutés.

1. À propos des résultats de la recherche

Au terme de l'étude systématique et approfondie des résultats et moyennant une prise de recul nécessaire, il convient de constater et discuter de ce qui a été montré au cours de la recherche. Qu'est-ce que l'analyse et l'interprétation des données recueillies confirment par rapport à la théorie présentée au deuxième chapitre ? Que mettent-elles en question ? Que permettent-elles de découvrir ? Quels éléments intéressants et novateurs peuvent-elles apporter ? Quelles nouvelles questions posent-elles ? S'il apporte des éléments de réponse à la problématique, le travail laisse aussi apparaître des limites qui peuvent être relevées, précisées, justifiées ou explicitées, notamment des points de vue méthodologique et théorique.

1.1. Leur portée

La très fréquente réussite de certains élèves dans les activités mathématiques questionne, et plus encore lorsqu'elle côtoie la difficulté d'autres enfants dans la même discipline et au sein de la même classe. Avant la série de dialogues pédagogiques et leur analyse, l'analyse conceptuelle a mis en avant des connaissances liées à la problématique dans les trois champs disciplinaires mobilisés et qui seront présentées dans un premier temps. L'interprétation des résultats a apporté ensuite au chercheur de nouvelles données qui seront discutées dans un second temps.

1.1.1. L’avant : apport théoriques des trois champs convoqués

- Le champ de la didactique des mathématiques

Le cadre théorique a mis en avant plusieurs idées ou concepts intéressants et importants à repérer. D’un point de vue didactique, « la résolution de problèmes est l’activité mathématique par excellence » (Équipe de recherche en didactique des mathématiques, 2005, p.45). Ce type d’activité permet aux apprenants d’utiliser leurs acquis, les outils et notions mathématiques qu’ils découvrent et apprennent en classe, autrement dit, de « mobiliser des connaissances » (Julo, 1995, p.6). De la même façon que les exercices de production d’écrit donnent (entre autre) aux élèves l’occasion de réinvestir les divers apprentissages qu’ils acquièrent dans la compétence « maîtrise de la langue française » du socle commun, l’activité de résolution de problème est un moyen de manier les éléments mathématiques, « [d’apprendre] à mobiliser des raisonnements en s’appuyant sur la maîtrise du calcul et des éléments de géométrie »[36] précise le ministère de l’éducation nationale à propos de cette autre compétence du socle commun. Si les problèmes de raisonnement sont une activité majeure des mathématiques, faire preuve de réussite en les résolvant pourrait être associé au fait de réussir en mathématiques de façon plus générale. Cette idée est partagée par plusieurs auteurs en didactique et en psychologie tels que Julo lorsqu’il déclare que « l’un des critères importants de la réussite en mathématiques est la capacité de résoudre des problèmes [et] réussir en mathématiques c’est d’abord ne pas échouer dans les situations de résolution de problèmes, sinon de manière circonstancielle » (Julo, 1995, p.111). Ces éléments étudiés dans le champ de la didactique nous ont ainsi amenés à préciser l’objet d’étude, orientant l’idée générale de réussite en mathématiques vers l’activité plus précise de résolution de problèmes en la matière. Néanmoins ce type d’exercice – même inscrit dans la discipline scientifique dont il est question – reste large. Des observations menées en classe de CM2 (et des échanges avec les enseignants concernés) ont montré que les problèmes mathématiques qui étaient le plus souvent proposés aux apprenants faisaient appel aux méthodes et aux connaissances acquises en amont par ces derniers. Parmi les quatre familles distinguées par Fabre (1999), ceux-ci correspondent aux problèmes d’application et ont été

[36]Données recueillies sur « Le socle commun de connaissances et de compétences ». <http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html> Mise à jour en avril 2015, consulté le 30 septembre 2015.

choisis plus spécifiquement pour servir la présente recherche. La didactique des mathématiques a donc été mise au service de cette recherche non seulement pour étudier, décrire et circonscrire l'objet d'étude le plus précisément possible mais également pour vérifier l'état des connaissances sur la réussite en mathématiques. Une fois les fondements théoriques de ce champ considérés, les approches de la métacognition et de la gestion mentale ont été convoquées en prenant appui et en composant avec la base établie.

- Le champ de la psychologie cognitive

La psychologie cognitive et le concept de métacognition en particulier révèlent un accès à la compréhension de la réussite des élèves en mathématiques que les hypothèses recensées au premier chapitre à partir des ouvrages traitant de ce phénomène – relatives à la conation et au dépassement d'obstacles gênant l'accès au savoir notamment – n'évoquent pas. Il s'agit d'amener les apprenants à prendre conscience de leur fonctionnement cognitif, de les faire réfléchir sur la façon dont ils procèdent dans leur tête pour effectuer une tâche. Autrement dit, la métacognition permet d'aller à l'essence même de la réussite en faisant réfléchir les élèves sur les différentes connaissances (métacognitives) qu'ils possèdent, dont ils sont conscients et qu'ils ont utilisées au cours des habiletés métacognitives de planification, contrôle et régulation pour aboutir à la solution de l'activité entreprise. Ce concept de la psychologie cognitive propose un facteur intrinsèque à l'individu pour expliquer la réussite observée ; de fait, l'analyse des résultats de la recherche ne peut se passer de l'éclairage d'une telle approche.

- Le champ de la pédagogie

Les travaux de La Garanderie vont dans le même sens que la métacognition à la différence qu'ils accordent une grande importance au sens que donnent les apprenants aux objets de savoir : en favorisant la mise en introspection, la gestion mentale aide les enfants à conscientiser leurs habitudes mentales et à accéder au sens de leurs connaissances dans le but d'optimiser les résultats des tâches qu'ils exécutent – la deuxième partie du chapitre reviendra sur cet aspect du sens. Le dialogue pédagogique – l'outil par excellence de la gestion mentale – constitue d'ailleurs le matériau principal de la recherche : l'interviewer guide les élèves dans leur rencontre avec le sens des objets de connaissance, il les aide à prendre conscience de leurs procédures mentales et à cette occasion, découvre avec eux comment ils accèdent à la réussite de la tâche sur laquelle portait le dialogue. Ainsi, capables de choisir des méthodes adaptées à leurs fonctionnements mentaux, les élèves deviennent acteurs de leur réussite – la gestion mentale se considère d'ailleurs comme une pédagogie de la réussite. Par ses caractéristiques particulières, cette approche – qui s'ancre dans le champ de la pédagogie – apporte un second regard pour analyser les résultats de la recherche et peut être articulée avec l'éclairage obtenu par les travaux de Flavell sur la métacognition.

1.1.2. L'après : apport du recueil de données et de son analyse

Il résulte des entretiens menés avec les apprenants un corpus constitué par la retranscription des deux séries de six dialogues pédagogiques. L'intérêt d'utiliser cet outil développé par La Garanderie est d'approcher au plus près le phénomène de réussite en interrogeant les acteurs mêmes de cette réussite à propos de leur activité mentale. Comme l'ont précisé les chapitres qui précèdent, mener un tel échange ne s'improvise pas, le dialogueur doit être formé à ce type d'exercice pour savoir poser les questions qui permettent à l'interlocuteur de se dévoiler, savoir relancer ou rebondir sur les éléments clés évoqués. De plus, il faut rappeler que toute relation de supériorité qui pourrait s'installer de la part de celui qui mène l'échange est à bannir puisque c'est le sujet interrogé seul qui a les réponses concernant son propre fonctionnement. Cette attitude n'est pas habituelle mais elle apporte beaucoup aux deux partis. D'une part à l'adulte qui pose les questions (c'est en effet plutôt l'enseignant ou un professionnel de ce domaine qui anime puisqu'il a dû recevoir une formation au préalable) pour se décentrer de son rôle de « maître-détenteur du savoir » et rentrer dans un principe d'écoute et de considération positive de l'élève ; d'autre part à ce dernier (en classe – et en l'occurrence pour cette recherche – ce sont des apprenants qui sont interrogés en dialogue pédagogique mais un tel échange est possible à tout âge) en accordant une grande attention à chacune de ses paroles, ce qui peut renforcer sa confiance en lui et lui montrer qu'il peut aussi apprendre à l'adulte. Au début du premier entretien d'ailleurs, les élèves répondaient parfois de manière hésitante ou interrogative, s'attendant probablement à une réponse de l'enquêteur du type « tu as raison » ou « ce n'est pas tout à fait cela », à la fin du second, ils s'affirmaient davantage et semblaient moins à la recherche d'un assentiment.

La double analyse des dialogues pédagogiques par la métacognition et la gestion mentale a permis de distinguer des invariants dans les fonctionnements mentaux des élèves : ils utilisent des métaconnaissances sur les personnes, la tâche et les stratégies, mettent en place les trois habiletés métacognitives de planification, contrôle et régulation d'une manière assez semblable, témoignent d'une activité évocative, mobilisent des projets de sens et font appel aux gestes mentaux d'attention, de compréhension et de réflexion. Repérées parmi les réponses des six cas interrogés, ces ressemblances offrent au chercheur une piste de réponse pour mieux comprendre la réussite de ces derniers. Il est bien évident que des singularités existent entre les apprenants : ils ne présentent pas les mêmes métaconnaissances par exemple puisque celles-ci sont par nature propres à chacun (elles concernent en effet la connaissance de *soi* réalisant une tâche, *soi* utilisant des stratégies adaptées, *soi* choisissant une méthode adaptée pour effectuer ladite tâche), de même ils ne se construisent pas les mêmes évocations, ne privilégient pas tous les mêmes projets de sens… chacun possède ses propres habitudes mentales. Néanmoins, malgré des caractéristiques individuelles nécessaires, les similitudes dans les procédures de résolution des élèves qui réussissent ne sont pas anodines, elles constituent très probablement des éléments sur lesquels ils s'appuient pour obtenir les résultats attendus, des incontournables qui les guident vers les réponses souhaitées, des atouts qui les mènent à la réussite.

Le regard de la métacognition révèle que tous ont conscience de certaines connaissances à leur sujet concernant le fait de résoudre des problèmes mathématiques (et plus particulièrement des problèmes arithmétiques d'application) et qu'ils sont capables de les réinvestir à bon escient en les intégrant notamment aux habiletés de planification, contrôle et régulation qui jalonnent les étapes de résolution. Ces trois composantes sont normalement mobilisées par tous les individus lorsqu'ils réalisent une tâche (complexe), l'analyse des résultats montre en revanche qu'elles ne sont pas mises en place de manière automatique et routinière par les six cas interrogés, elles sont réfléchies et les réponses données dans les dialogues pédagogiques donnent une idée de la manière dont elles sont mises en place. Dans l'habileté de planification par exemple les élèves peuvent prendre diverses directions, orienter leur résolution de plusieurs manières, et leur réussite résulte notamment du choix stratégique et efficace qu'ils font. De même pour les activités de contrôle et de régulation qui, effectuées consciemment et avec réflexion, contribuent à la réussite de l'apprenant. Afin de constater concrètement l'avancée du travail – sur le plan de la métacognition – il est intéressant de reprendre le tableau 2 (p.57 de la thèse) présentant l'utilisation de la métacognition dans le cas d'une activité de résolution de problème arithmétique et de le réadapter au regard des résultats obtenus auprès des six apprenants interrogés. Que dévoilent les entretiens de l'utilisation de la métacognition par ces derniers ? Quelles métaconnaissances semblent mobilisées et comment sont mises en œuvre les habiletés métacognitives ? Le tableau 18 qui suit synthétise les éléments observés.

M E T A C O G N I T I O N	Connaissances métacognitives :	Sur la **personne** en situation de résolution de problèmes arithmétiques : Les apprenants interrogés se connaissent eux-mêmes réalisant ce type d'activité ; ils ont une idée de leurs capacités à résoudre ces problèmes, ils savent où sont leurs points forts et leurs faiblesses. Un des six cas étudiés évoque la réussite de ses pairs et la compare quelque peu à la sienne, de manière objective (sans jugement) – les cinq autres n'en font pas mention.
		Sur la **tâche** de résolution de problème : Les élèves questionnés ont tous résolu des problèmes arithmétiques depuis plusieurs années d'école primaire et connaissent l'activité : ils évoquent les différentes étapes de résolution, l'importance de ne pas se précipiter, de bien lire l'énoncé et plus particulièrement la question (dont la compréhension leur paraît essentielle), certains cherchent une opération adéquate, d'autres au contraire n'associent pas ce type d'exercice à l'emploi exclusif d'une des quatre opérations (se laissant la possibilité d'utiliser plutôt des outils de comparaison par exemple).
		Sur les **stratégies** de résolution de problème : Les six cas mobilisés pour la recherche évoquent la connaissance du sens des opérations comme un atout pour résoudre les problèmes arithmétiques. Par ailleurs, si certains comptent sur les acquis de leur bibliothèque mentale, les autres s'appuient sur leur technique opératoire, leur capacité à calculer mentalement ou leur rapidité.
	Les habiletés métacognitives :	Les apprenants interrogés mettent en place l'habileté de **planification** en se mettant en projet de répondre à la question posée, en organisant les données de l'énoncé, en se représentant mentalement ces dernières, en concevant une démarche de résolution.
		Les élèvent effectuent l'habileté de **contrôle** en surveillant l'efficacité des procédures et des stratégies choisies, en vérifiant la cohérence des résultats obtenus, en comparant plusieurs démarches pour examiner la plus efficace ou la plus stratégique.
		Les six cas étudiés réalisent l'habileté de **régulation** en validant leurs procédures et résultats et en formulant leurs réponses finales. Aucun des six n'a repéré d'erreur dans son travail : sûrs d'eux, aucun n'a exprimé le besoin de reprendre et modifier le cours de sa démarche.

Tableau 19 : Processus métacognitif mis en place par les élèves en situation de réussite pour résoudre des problèmes arithmétiques.

Les évocations – au sens de La Garanderie – font vivre le sens des objets de connaissance, elles sont nombreuses et divergent d'un individu à l'autre mais peuvent en revanche être de même nature, comme c'est le cas des six apprenants interrogés pour lesquels elles apparaissent sous forme d'images mentales visuelles et/ou verbales. Les résultats obtenus permettent de penser que l'activité évocative dont ces derniers font preuve est efficace : les évocations sont très probablement dirigées vers un but, celui de résoudre le problème en obtenant un résultat cohérent. La mise en place d'évocations (orientées vers un objectif, en l'occurrence) est d'autant plus importante que celles-ci sont présentes dans tous les gestes mentaux, or dans la tâche proposée pour la recherche, trois gestes mentaux sont constamment employés : attention, compréhension, réflexion. Ces outils de la gestion mentale, par le biais d'évocations judicieuses, donnent accès à la connaissance. L'analyse des dialogues pédagogiques a fait ressortir une certaine intrication, une combinaison des trois gestes mentaux précédemment cités, utilisés systématiquement par les apprenants lorsqu'ils avaient à résoudre un problème d'application en mathématiques. De fait, les gestes mentaux ne sont pas à penser dans une séquentialité, de manière linéaire les uns après les autres, mais dans une certaine complémentarité. Contrairement aux habiletés métacognitives qui se succèdent sous forme d'étapes au cours de la réalisation d'une activité, ces éléments sont mobilisés conjointement dans chacune de ces « étapes ». Dans un ouvrage publié très récemment (octobre 2015), Géninet fait ce même constat (à noter que l'expression de « situation-problème » qu'elle utilise ne fait pas référence à la catégorie définie par De Vecchi (2007) mais à l'activité générale de « problèmes » dans la discipline nommée) :

> « Les situations-problèmes en mathématiques, quel que soit le niveau d'apprentissage, école, collège, lycée, sollicitent la mise en place d'itinéraires mentaux complexes où s'entremêlent l'attention, la réflexion et la compréhension. L'attention consiste à faire exister mentalement l'énoncé du problème en triant ce qui relève de l'activité mathématique elle-même, la compréhension permet de saisir dans ce tri des éléments à traduire et à confronter entre eux en analogies, attribution et sériation spatiotemporelle pour réfléchir en triant dans les acquis les outils à mobiliser pour mathématiser le problème et le résoudre. » (Géninet, 2015, p.25)

Correctement exécutés, ces trois gestes mentaux amènent les élèves à la réussite de la tâche entreprise, toutefois ils nécessitent de faire appel aux projets de sens (en plus des évocations). Ces derniers correspondent aux habitudes de sens des apprenants (cf. pp.80-81 de la thèse) et permettent, eux aussi, d'entrer dans l'atelier du connaître. Une autre constante observée dans les fonctionnements mentaux réside dans la mobilisation de différents couples de projets de sens puisque certains semblent être mis en place de manière systématique quelle que soit la tâche effectuée, toutefois cette utilisation varie lorsqu'au sein d'un couple, l'un des deux aspects est privilégié par rapport à l'autre (dans le couple d'application/explication par exemple c'est soit l'application soit l'explication auquel il est fait appel, rarement les deux pour une même activité). Par ses spécificités, la gestion mentale enrichit ce que la métacognition a déjà mis en avant quant au fait de mieux comprendre la réussite dont font preuve certains élèves en résolvant des problèmes mathématiques.

En allant plus loin et en dépassant les invariants relevés dans les champs de la psychologie cognitive et de la pédagogie, la recherche a permis de montrer que les apprenants témoignent d'une certaine flexibilité et mobilité mentale. Ils adaptent leurs procédures à la situation à laquelle ils sont confrontés tout en gardant certaines habitudes inchangées, habitudes qui constituent pour eux des fondements solides. Quand une base est bien stable, toutes sortes de constructions peuvent être établies dessus en ajustant les méthodes à l'édifice. Ainsi, selon les élèves, tel ou tel membre d'un couple de projet de sens est systématiquement utilisé pour effectuer une tâche quelle qu'elle soit, l'ensemble formant une assise capable de supporter des éléments variables et variés (par exemples des exercices de natures différentes). Quant aux projets de sens dont l'usage des deux parties du couple est plus équilibré, aux évocations, aux métaconnaissances, à la mise en place des habiletés métacognitives, aux gestes mentaux employés, ils varient selon la nature de la tâche et les individus. Pour la résolution de problèmes mathématiques (d'application) en l'occurrence, d'après ce qu'ont fait ressortir les dialogues pédagogiques, un des membres de certains couples de projets de sens tels que ceux « d'application/explication » ou « d'être avec les choses/auprès des autres » par exemple est toujours utilisé. Pouvant compter sur cet ancrage, les élèves évoquent ensuite les énoncés de manière principalement visuelle et/ou verbale, s'aident de projets de sens pour lesquels ils ne privilégient pas un seul des deux aspects mais les deux (acteur/témoin de sens ou première/troisième personne par exemple), mobilisent les gestes d'attention, de compréhension et de réflexion, se connaissent eux-mêmes réalisant l'activité en utilisant des métaconnaissances, planifient, contrôle et régulent d'une manière réfléchie, organisée et adaptée à cette situation. La contribution de la gestion mentale en articulation avec la métacognition n'est-elle pas précisément dans le « se connaître soi-même » opérant métacognitivement ? Il semble que l'on pourrait toucher là le cœur de cette articulation – articulation sur laquelle nous reviendrons plus en détails dans la deuxième partie du chapitre.

1.2. Les limites

« Choisir c'est renoncer » affirmait André Gide. Or, au cours de la recherche, des choix ont été effectués : sur le plan théorique, certains concepts ont été étudiés plutôt que d'autres, de même sur le plan méthodologique la grille d'analyse a privilégié plusieurs données mais toutes n'ont pas été prises en considération. Ces choix n'ont pas été menés au hasard, ils ont été effectués pour servir la problématique d'une manière qui soit la plus ajustée possible et impliquent que certaines notions, peut-être plus éloignées du sujet et de l'expérience, ne soient pas évoquées. Ces éléments non abordés peuvent constituer des limites du travail de recherche. De même, le travail de recueil de données n'apporte pas que des réponses à la question de recherche mais fait ressortir quelques limites dont il convient de discuter.

1.2.1. Des limites théoriques

Trois champs conceptuels ont été visités au cours du chapitre théorique de la thèse parmi lesquels celui de la psychologie – et de la psychologie cognitive notamment. Le concept de métacognition a été choisi plus particulièrement pour effectuer un parallèle avec la gestion mentale (issue du champ théorique de la pédagogie). Il n'était en aucun cas question d'assimiler l'un à l'autre et de gommer les spécificités de chacun mais leur proximité sur certains points (qui sera détaillée plus loin dans ce chapitre) était intéressante à étudier et importante à prendre en compte pour assurer une continuité dans l'analyse. Afin de ne pas se disperser dans l'interprétation des résultats et de risquer de s'éloigner de la problématique en multipliant les concepts théoriques, certaines notions n'ont pas été abordées.

- L'étude des fonctions exécutives n'a pas été retenue.

Ce choix est justifié par la volonté de ne pas alourdir le corpus théorique en évoquant l'aspect « neurologique » auquel elles sont étroitement liées, mais il peut être aussi regretté en constituant un « manque ». Ainsi, que nous apprendrait de plus ce concept – en regard de la métacognition notamment ?

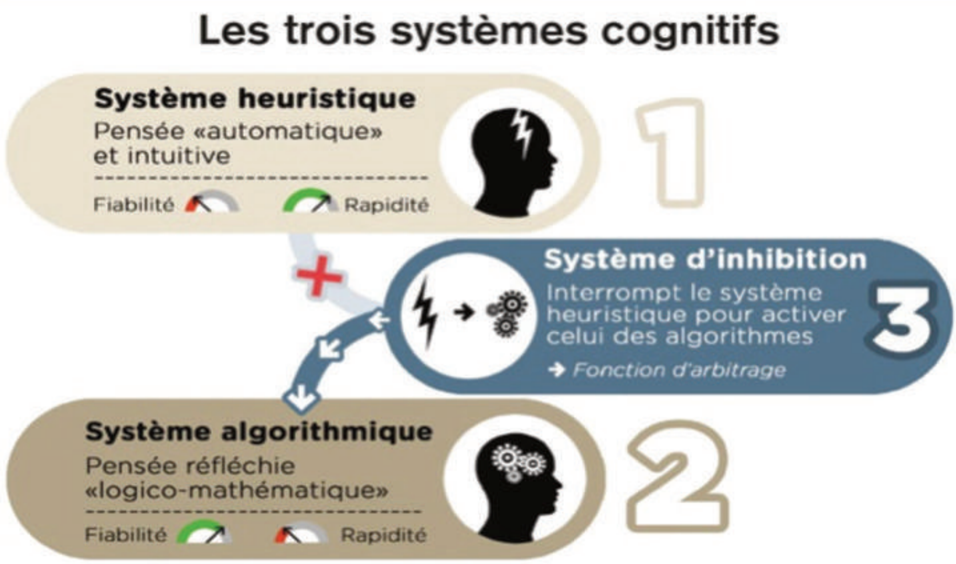
> « Les fonctions exécutives correspondent aux capacités nécessaires à une personne pour s'adapter à des situations nouvelles, c'est-à-dire non routinières, pour lesquelles il n'y a pas de solution toute faite. » (Degiorgio, Fery, Polus, Watelet, p.3)[37]

Le mécanisme de planification présent dans la métacognition existe également au sein des fonctions exécutives et aurait pu constituer un point d'entrée pour introduire notamment **l'inhibition** : « capacité à s'empêcher de produire une réponse automatique, à arrêter la production d'une réponse en cours et écarter les stimulations non pertinentes pour l'activité en cours. » (Ibid. p.10). La résolution de problèmes en mathématiques correspond à la réalisation d'une tâche pour laquelle la réponse n'est pas « toute faite » pour les élèves. La capacité d'inhibition dont les apprenants peuvent faire preuve pourrait les aider à diriger leurs évocations vers la tâche à effectuer en mobilisant les gestes mentaux d'attention et de réflexion notamment (et à réduire les évocations vagabondes qui peuvent « parasiter » la méthode de résolution choisie) – hypothèse allant dans le sens des liens entre la gestion mentale et les neurosciences. Dans son article « Réfléchir, c'est résister à soi-même » (2014), le psychologue Houdé – dont les travaux portent notamment sur le développement cognitif de l'enfant – explique comment fonctionne l'inhibition qu'il considère à la fois comme un système de résistance aux automatismes et comme un « tremplin » pour enclencher une réflexion plus approfondie.

> « Le cerveau de l'enfant, comme celui de l'adulte, fonctionne avec deux types de stratégies pour résoudre les problèmes : l'heuristique et l'algorithme *(schéma ci-après)*.

---

[37]Document lu en ligne sur le portail sur CRFN <http://www.crfna.be/Portals/0/fonctions%20exécutives.pdf> Consulté en ligne le 27 octobre 2015.



> L'heuristique est une logique rapide et intuitive. C'est par exemple l'association de la longueur au nombre, identifiée par J. Piaget. […] Utilisé au quotidien, ce procédé n'est donc pas toujours fiable. L'algorithme demande un effort cognitif et une analyse, mais il conduit toujours de façon certaine au bon résultat. Dans l'exemple de J. Piaget, il s'agit de compter les objets, quelle que soit la longueur des alignements. Ça demande plus de temps, mais on ne se trompe pas. Notre cerveau fonctionne soit selon le mode *heuristique*, soit selon le mode *algorithmique*. Dans certains cas, l'heuristique est tellement rapide qu'elle nous empêche d'être logiques, rationnels. Il faut qu'un troisième système intervienne pour résister aux heuristiques et activer nos algorithmes. C'est l'*inhibition*. » (Houdé, 2014, p.28)

Pour des élèves de CM2 en résolution de problèmes mathématiques, le système d'inhibition viendrait suspendre un processus (heuristique) dans lequel l'intuition serait trop présente, trop puissante et risquerait d'induire les apprenants en erreurs, au profit d'un système (algorithmique) qui les encouragerait à mobiliser leurs outils et acquis, plus fiables que l'intuition qui peut être biaisée. Ce système algorithmique semble « en phase » avec la gestion mentale au sens où il incite à la réflexion, il pourrait même se situer comme un passage de la compréhension à la réflexion, gestes mentaux utilisés par les élèves qui réussissent d'après les hypothèses avancées à l'issue de la phase de recueil de données. De ce fait, nous pourrions imaginer que l'utilisation de ce système d'inhibition « régulateur » entre l'intuition et la réflexion pourrait constituer une hypothèse supplémentaire pour comprendre la réussite en mathématique dont certains font preuve. – Néanmoins, ces propos doivent être nuancés puisque dans la résolution de problèmes arithmétiques d'application dont la thèse se préoccupe, certaines « routines » peuvent être en place chez les élèves, auquel cas l'heuristique peut prendre le dessus sur l'algorithmique.

- Les paramètres des évocations ont été laissés de côté.

Le cadre théorique a fait par ailleurs mention des paramètres des évocations dans la partie consacrée à la gestion mentale. Ces derniers correspondent d'une part aux différents degrés d'abstraction dont font preuve les évocations selon qu'elles sont de l'ordre de la réalité concrète (paramètre 1) ou de l'ordre du code (paramètre 2), d'autre part aux liens logiques (paramètre 3) ou originaux (paramètre 4) qui peuvent être effectués entre les évocations. Ces quatre domaines apportent des précisions supplémentaires sur les processus mentaux des élèves, ils permettent de connaître (et de comprendre) plus en détails les manières de procéder de ces derniers et, en quelque sorte, d'affiner leur profil cognitif. Pour autant, sans nier aucunement leur utilité et les bénéfices qui peuvent en être tirés, les paramètres ne sont pas – à notre sens – à mettre sur un pied d'égalité avec les notions fondamentales de la gestion mentale que sont les évocations, les gestes mentaux et les projets de sens. Ce trio de concepts est essentiel, il constitue la base des travaux de La Garanderie et ces trois piliers qui la composent perdent leur sens s'ils sont pris indépendamment les uns des autres. L'analyse du recueil de données – du point de vue de la gestion mentale – s'est appuyée fortement sur ce trio conceptuel mais n'a pas pris en compte l'intérêt des paramètres. Comme les adjectifs qualificatifs se rapportent à un nom pour le caractériser mais peuvent être ôtés d'une phrase sans en affecter le sens, les paramètres ajoutent des informations à un profil cognitif (ou à une ébauche de profil) pour le préciser mais ce dernier n'est pas infirmé en leur absence. Ainsi, le fait de ne pas faire mention des paramètres dans l'analyse est recevable mais peut constituer une limite de la recherche au sens où ils auraient pu la compléter et l'enrichir. – À noter toutefois que La Garanderie lui-même a abandonné cette référence aux paramètres dans la suite de son œuvre, au profit des gestes mentaux. – Il faut ajouter que « c'est à l'entrée au collège que se fait véritablement le saut dans l'abstraction mathématique » (Géninet, 2015, p.163). Professeur de mathématiques dans l'enseignement secondaire pendant de longues années, Géninet a pu observer que les élèves arrivaient au collège avec des images mentales très concrètes dans cette discipline. A l'école primaire les évocations sont majoritairement en paramètre 1. Le paramètre 2 des codes et des apprentissages simples y trouve aussi sa place, notamment en cycle trois. Il est beaucoup moins évident en revanche que les deux derniers (les paramètres 3 et 4) soient réellement mobilisés par tous les apprenants, d'où l'intérêt partagé de les intégrer ou non à l'analyse. Il est fort possible que des élèves en situation de réussite notable – tels que les six cas de notre étude par exemple – soient capables de créer des liens logiques et originaux entre leurs évocations et en tirent profit pour obtenir le résultat attendu. Malgré le risque d'alourdir l'enquête avec cette nouvelle variable, sa prise en compte aurait peut-être pu amener une dimension supplémentaire à la recherche.

1.2.2. Des limites méthodologiques

Dans la phase de recueil de données, il s'agissait de présenter aux élèves une activité de résolution de problème en mathématiques. Comme le chapitre théorique l'a montré, plusieurs catégories de problèmes ont été élaborées par différents auteurs – dans cette discipline scientifique en l'occurrence.

- Un seul type de problème est traité dans la recherche : les problèmes d'application.

Ce choix a été justifié précédemment : les problèmes d'application faisaient partie des activités presque « systématiquement » proposées à la classe observée lors des séances de mathématiques pour que les apprenants s'entraînent à utiliser les notions en cours d'acquisition et mobilisent régulièrement celles acquises en amont. De fait, pour que la recherche soit en conformité avec les exercices proposés habituellement au groupe par l'enseignant, le choix de cette famille des problèmes d'application semblait le plus approprié. Néanmoins, il semble important de souligner que la sélection effectuée ne diminue aucunement l'intérêt dont font preuve les autres types de problème. Au contraire, la présente recherche ne vaut que pour les problèmes d'application et, en ne se préoccupant pas des autres, fait peut-être ressortir une limite à ce travail : les résultats obtenus concernent la réussite des élèves en mathématiques pour les problèmes d'application et ne peuvent être généralisés et étendus aux autres catégories. Les problèmes de découverte notamment (au sens où les décrit Fabre (1999)) sont utilisés de manière récurrente par certains professeurs (dans l'enseignement secondaire c'est souvent le cas en mathématiques, en primaire cela peut arriver aussi même si c'est plus fréquent en « sciences »). Ils permettent aux apprenants de découvrir par eux-mêmes une notion nouvelle et sont de ce fait d'un grand intérêt, mais la grille d'analyse élaborée dans les chapitres précédents n'est pas adaptée à leur contenu : la prise en compte de ces problèmes pour cette étude en aurait nécessité une différente – qui prenne plus en compte la démarche que les résultats en eux-mêmes par exemple – et ouvre sur une nouvelle perspective de recherche.

De même, les problèmes ouverts (décrits notamment par Arsac, Germain et Mante en 1991 puis Fabre en 1999) ou les situations-problèmes (définis entre autre par De Vecchi en 2007) n'ont pas trouvé de place au sein de cette recherche. Comment leur analyse aurait-elle pu l'enrichir ? Ces deux types de problème incitent les élèves à chercher la meilleure démarche à adopter pour y répondre, le premier en les faisant travailler avec des notions connues, le second en les aidant à en découvrir de nouvelles. Dans aucun de ces deux cas il n'est question de mesurer l'acquisition de notions mathématiques, il n'y a donc pas de contribution intéressante pour le travail à ce niveau. Le fait de chercher une méthodologie adaptée à la situation pourrait en revanche enrichir notre étude – en modifiant là encore la grille d'analyse pour y intégrer cette nouvelle dimension de la méthodologie. En effet la réussite en mathématiques ne réside pas seulement dans le fait d'exécuter des calculs sans se tromper, elle consiste également à choisir une opération adaptée – élément observé à travers l'analyse des dialogues pédagogiques – et à organiser les outils et connaissances mathématiques adéquats de manière cohérente et efficace pour résoudre le problème et obtenir le résultat attendu.

Quant aux classifications de Fayol (1990) et Vergnaud (1981), il est fait mention dans le deuxième chapitre (p.44 de la thèse) qu'elles « pourraient s'inscrire comme typologies internes à la famille des problèmes d'application ». De ce fait, considérées comme des « sous-classements » au sein de la famille de problèmes choisie, ces classifications font implicitement partie de la recherche mais n'ont pas été évoquées en tant que telles dans la méthodologie ni dans l'analyse des résultats obtenus. Etant basées sur les relations sémantiques et les opérations mises en jeu, elles mobilisent des critères n'entrant pas en jeu dans la grille d'analyse élaborée pour répondre à la problématique. Les y intégrer pourrait permettre d'observer si des éléments tels que la présentation des problèmes, la manière de les rédiger, le type de question posé ont une influence sur la réussite observée. Ainsi, énoncer les données chronologiquement modifie-t-il la réussite ? En proposant des problèmes de transformation, de composition, de comparaison, ou de proportion, la réussite observée peut-elle être comparée ? Est-elle stable ? Faire figurer la question au début de l'énoncé plutôt qu'à la fin aiderait-il les apprenants à mieux utiliser le geste d'attention et à se mettre davantage en projet ? Ce questionnement montre une certaine plus-value que pourrait apporter l'étude plus systématique des sous-classements de la famille des problèmes d'application puisque les résultats déjà obtenus auraient sans doute ainsi la possibilité d'être plus affinés.

- Des problèmes amenant une résolution plutôt linéaire.

L'analyse rapide des énoncés de problème proposés aux élèves comme supports des dialogues pédagogiques (analyse effectuée au chapitre 3 aux pages 127 et 133 de la thèse), montre que ceux-ci peuvent être traités de manière très séquentielle. Les phrases des textes livrent les informations l'une après l'autre, de manière plutôt ordonnée dans le temps. Les apprenants n'ont pas réellement besoin de les trier pour les utiliser, de plus il n'y a pas de données inutiles et elles sont toutes de la même nature (des euros pour le premier, des personnes pour le second). De fait, l'analyse des entretiens a révélé que les élèves semblaient placer leurs évocations dans le temps de manière dominante (un seul des six (Julie) paraissait également attiré par l'espace mais cet aspect n'a pas pu être creusé davantage). L'objet didactique mobilisé – les problèmes mathématiques – a peut-être présenté une limite à la recherche en ce sens où les énoncés incitaient à la linéarité et en effet, le schéma récapitulatif de la page 225 indique que le lieu de sens privilégié par les six cas interrogés faisant preuve de réussite en mathématiques semble être le temps. Cette observation n'affirme pas pour autant que ces derniers ne seraient pas à l'aise dans l'espace : peut-être même qu'une caractéristique commune supplémentaire de ces six enfants pourrait être qu'ils sont non seulement familiers du temps mais aussi de l'espace, de la globalité. Pour vérifier cette idée, des supports didactiques présentés différemment de l'ordinaire et nécessitant de s'organiser spatialement pourraient leur être proposés – pas nécessairement des problèmes d'ailleurs, des schémas centrés tels que ceux que préconise Géninet pourraient permettre d'observer le fonctionnement mental des apprenants à travers des dialogues pédagogiques par exemple, et de comparer les résultats avec ceux de la présente étude pour éventuellement les compléter.

- Des résultats valables pour des apprenants de CM2.

La recherche a été effectuée auprès d'un public d'élèves de dix ans en classe de CM2. Des apprentissages de base ont été effectués – en mathématiques en l'occurrence – et un certain nombre de connaissances et de compétences doivent être acquises (le détail de celles-ci étant explicitement énuméré sur le site du ministère de l'éducation[38]). Il est cohérent et légitime de

[38] Données recueillies sur le site Éduscol, « Ressources pour l'école élémentaire ». <http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Progressions_pedagogiques/76/9/Progression-pedagogique_Cycle3_Mathematiques_203769.pdf> Consulté en ligne le 2 novembre 2015.

considérer la réussite en mathématiques de ces individus au moment de la transition primaire-secondaire afin d'observer notamment le degré d'acquisition effectif des notions étudiées jusque-là. Toutefois, la réussite des apprenants en mathématiques à dix ans n'est en rien garante de la réussite de ces mêmes apprenants dans cette matière scientifique au cours des années qui suivent, elle ne les prédispose pas à être « matheux » après. Il s'agit d'une étude « à un instant t » et non sur la durée d'une scolarité, ce qui peut constituer une limite à la recherche. Comme la problématique le stipule, la thèse vise la compréhension du phénomène de réussite en mathématiques pour un niveau donné, celui du CM2, mais ne peut prétendre pouvoir généraliser les résultats au collège ou au lycée. Certaines idées – telles que le fait de témoigner d'une activité évocative plutôt riche par exemple – restent valables au-delà de l'école primaire mais les conjectures recensées au chapitre précédent ne sont très probablement pas suffisantes pour comprendre la réussite des élèves en mathématiques en 3ème, en Terminale, en classe préparatoire ou même encore après. Dans l'enseignement secondaire, le degré d'abstraction par exemple augmente de plus en plus au fur et à mesure des années – nous avons évoqué cette idée dans les pages précédentes à propos des paramètres des évocations, précisant justement que l'école primaire était très ancrée dans le concret, en mathématiques notamment. Pour étudier le phénomène de réussite à un niveau supérieur, il faudrait donc – entre autre – prendre en compte la manière dont les apprenants gèrent l'abstraction à laquelle ils n'étaient jusqu'alors que peu confrontés.

- Des facteurs sociologiques non pris en compte dans la recherche.

Le groupe de cas étudiés a été constitué selon une démarche décrite au chapitre 3 de la thèse et rassemble six apprenants de la même classe dont la réussite aux activités mathématiques était particulièrement notable. Les critères de sélection correspondaient essentiellement aux faibles taux d'erreurs repérés parmi les diverses activités mathématiques proposées par l'enseignant. La grille d'analyse des dialogues pédagogiques s'est quant à elle fondée sur des éléments relatifs à la métacognition et la gestion mentale. Aucun facteur sociologique n'a été pris en compte. Le milieu social dans lequel évoluent les enfants et la catégorie socioprofessionnelle des parents ont été rapidement mentionnés – et sont d'ailleurs assez homogènes dans cette école proche du centre-ville – mais n'ont pas été pris en compte comme des facteurs de réussite en mathématiques en classe de CM2. Ce choix a été fait volontairement afin de privilégier des aspects plutôt intrinsèques aux élèves et relatifs à leurs apprentissages. En d'autres termes, la volonté était de considérer la réussite des apprenants selon leurs procédures personnelles propres, leur façon de fonctionner dans leur tête pour effectuer une activité mathématique, et ce, indépendamment de leur contexte familial, social… Ces variables mises de côté peuvent interroger la pertinence de la recherche et poser la question suivante : la même recherche, menée dans une autre école dont le public serait différent (moins favorisé) mais qui comporterait également des enfants présentant des performances remarquables obtiendrait-elle des résultats comparables ? Autrement dit, la variable sociologique peut-elle jouer et à quel niveau – pour des publics équivalents du point de vue de la réussite mais différents au plan social ? Une autre interrogation peut même se poser : celle de l'existence même d'élèves réussissant aussi bien que ceux de notre étude dans des milieux moins favorisés. Le milieu social assez favorisé de la plupart des familles de cette école n'aurait-il pas une influence directe sur la réussite observée ?

A moins de tester de nouveau ce travail dans des conditions différentes de la présente recherche et de comparer les résultats obtenus dans ces deux situations, rien ne peut être affirmé avec certitude. Néanmoins, les connaissances et compétences du socle commun valent pour toutes les écoles, et les enseignants (quel que soit leur public) visent l'acquisition d'un certain nombre de notions qui sont les mêmes pour tous – en témoignent les évaluations nationales proposées chaque année à l'ensemble des élèves de CM2 du territoire (de manière obligatoire jusqu'en 2013, elles sont désormais facultatives). La maîtrise de la langue et la richesse du vocabulaire peuvent varier selon les milieux d'origine et les énoncés de problème peuvent poser des difficultés de compréhension mais une fois cet obstacle dépassé ou contourné, la résolution du point de vue mathématique devient accessible à tous. Des dialogues pédagogiques peuvent être menés auprès de n'importe quelle population, enfants ou adultes, apprenants ou non, s'ils sont conduits correctement les individus interrogés dévoilent des éléments relatifs à leur fonctionnement mental. Là encore il n'est pas question de le certifier sans avoir pu l'observer dans les faits mais il y a fort à parier que certaines ressemblances retenues à l'issue de l'analyse au chapitre précédent – telles que le fait de témoigner d'une activité évocative par exemple – ressortent d'entretiens réalisés auprès d'apprenants réussissant, bien que grandissant dans un milieu différent et moins avantagé. Pour ce qui est de l'existence de ces derniers, il serait très réducteur de considérer que la réussite en mathématiques – au sens de l'excellence en l'occurrence – ne puisse être atteinte que par une certaine catégorie d'individus favorisés. Cette discipline scientifique ne fait pas appel à des notions de culture générale qui, par exemple, peuvent créer des différences entre les apprenants selon ce qu'ils reçoivent de leurs familles ou plus largement de leur entourage. Les notions fondamentales des mathématiques se construisent à l'école, en maternelle puis en élémentaire, pour tous les enfants. La compréhension et la maîtrise de ces outils et bases des mathématiques dépendent de l'enseignement reçu pendant ces années. Si les enseignants favorisent une méthode d'apprentissage correspondant plus particulièrement au fonctionnement mental de certains apprenants (au lieu de répondre à « l'appétit de sens » de chacun), ces derniers seront alors privilégiés par rapport aux autres. Caricaturalement, pour illustrer notre propos, prenons le cas d'un professeur donnant beaucoup à voir à ses élèves et peu à entendre, inconsciemment il avantage ceux qui sont plus à l'aise visuellement et « néglige » les enfants plutôt auditifs. Les écarts de niveau et de réussite observés entre les apprenants – en mathématiques – peuvent ainsi être dus notamment à la manière dont ces derniers ont été confrontés aux mathématiques, les ont appréhendées, ont effectué leurs premières acquisitions dans cette matière, en un mot à des facteurs intrinsèques à leur apprentissage, mais il est très peu probable qu'un lien puisse être fait avec leur niveau social. « Tout les enfants peuvent réussir » affirmait La Garanderie dans le titre d'un de ses ouvrages (1988), cela peut parfaitement être le cas en mathématiques, et d'autant plus si les méthodes utilisées sont en phase avec le fonctionnement mental des individus.

- Un outil de recherche issu des travaux de La Garanderie.

En utilisant le dialogue pédagogique comme matériau privilégié de recueil de données, la présente recherche mobilise un outil d'investigation issu de la gestion mentale. De fait, l'analyse de ces dialogues met en avant des concepts de la gestion mentale pour éclairer la réussite des apprenants. Cette démarche interroge néanmoins : en utilisant des outils d'investigation issus de la didactique, n'aurait-ce pas été la didactique qui aurait le plus éclairé la réussite ? Et en utilisant des outils issus de la psychologie, n'aurait-ce pas été la psychologie ? Ces questions font ressortir de nouvelles limites à ce travail : à moins de faire appel à un outil de recherche plutôt neutre (et dont les résultats risqueraient néanmoins d'être moins précis puisque le champ d'investigation serait vaste), l'un des trois axes théoriques cités est nécessairement « avantagé » par rapport aux autres puisque l'analyse des résultats obtenus l'éclaire lui plus que les autres. La problématique interrogeait l'articulation des deux approches de la métacognition et de la gestion mentale pour mieux comprendre le phénomène de réussite en mathématiques : cela impliquait de chercher un outil méthodologique parmi ces approches (et qui conviennent aux deux) pour questionner cette réussite.

> « Selon Anderson, Nashon et Thomas (2009), qui ont fait l'état des lieux sur les méthodologies employées dans le cadre de recherche sur la métacognition, la plupart d'entre elles ont tenté de provoquer des rapports introspectifs sur des activités métacognitives en cours ou ayant eu lieu. » (Reulier, 2012, p.96)

Pour ces auteurs, l'idée serait de passer par l'introspection, mais par quel moyen ? Existe-t-il un « protocole » établi, un outil précis ?

> « Dans une approche qualitative/interprétative, trois outils méthodologiques principaux sont généralement utilisés par les chercheurs, à savoir : l'entrevue, la pensée à voix haute, le recours à l'écrit. » (Ibid.)

D'après Reulier, plusieurs pistes peuvent être exploitées, il n'y a pas un seul moyen de mobiliser la métacognition et l'entrevue en est un. Du côté des travaux de La Garanderie, le dialogue pédagogique constitue un outil-phare de cette approche, or il s'agit d'une forme d'entrevue. Le choix de l'outil méthodologique s'est donc porté vers ce dernier répondant de manière parfaitement adaptée à l'approche de la gestion mentale, mais également à l'approche de la métacognition par ses questionnements introspectifs. De plus, en articulant les deux, ce mode de recueil de données semblait d'autant plus adapté. Le point négatif qui marque une limite de la recherche s'observe dans l'analyse des entretiens puisque les résultats sont considérés à travers le prisme de la gestion mentale et proposent ainsi des éléments de réponse moins précis concernant la métacognition – même si une place non négligeable est faite à ce point de vue dans l'analyse.

- Des défauts dans la temporalité de la démarche.

Lors du recueil de données, les vacances scolaires ont séparé l'évaluation de la première série de dialogues pédagogiques, constituant probablement un écueil de la démarche. Les élèves ont pu avoir quelques difficultés à revenir *a posteriori* sur les procédures mentales qu'ils avaient mobilisées quelques semaines auparavant pour résoudre le problème présenté. – Pour autant, certains semblent avoir mobilisé le geste d'attention de l'instant présent comme si les évocations étaient en train de s'installer, au lieu de recourir à celui de mémorisation avec des évoqués déjà installés dans le passé. – Pouvoir remonter la chronologie des évocations du sujet revêt en effet un grand intérêt : interroger le codage au sens d'une évocation présente, qui est en train de s'installer, peut apporter des informations plus précises que le codé qui fait plutôt écho à une évocation passée sur laquelle il ne peut être effectué de modifications. Ainsi, questionner l'apprenant en situation de tâche « directe » permet de déceler ses évocations premières plus aisément, dans le cas d'un fonctionnement mental mixte par exemple. De plus, les dialogues pédagogiques étaient relativement courts – une demi-heure par échange environ – et peu nombreux – deux séries – par rapport à l'ensemble des éléments recherchés dans les deux champs considérés : un grand nombre d'idées est apparu dans l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus mais certaines telles que l'utilisation des gestes mentaux plus ou moins mobilisés auraient certainement pu être creusées davantage.

2. Implications de la recherche

En allant plus loin que la discussion des résultats de la recherche en terme d'apports et de limites, un débat plus général peut être engagé à propos de l'implication de la thèse à différents niveaux. Le dialogue entre la métacognition et la gestion mentale a parfois donné lieu à des polémiques de part et d'autre mais il peut néanmoins être fécond, ces deux approches n'étant pas en opposition. La question est de trouver le « terrain d'entente » sur lequel les comparer pour en déceler les points de complémentarité et pouvoir les articuler – ceci permettant de plus de discuter des résultats obtenus au plus près de la problématique et des questions de recherche. Par ailleurs, même si la théorie et l'abstraction des écrits scientifiques les intéressent, les professeurs des écoles ont plutôt besoin de pistes d'actions concrètes qu'ils pourraient mettre en place dans leurs classes. Que pourrions-nous leur préconiser au regard des informations découvertes à l'issue de la recherche ? Autrement dit, quel pourrait être l'apport de la thèse tant du point de l'élève en situation de réussite que du point de vue de l'enseignant ? Quant aux apprenants qui éprouvent des difficultés, ne pourraient-ils pas tirer profit du fonctionnement de leurs pairs qui réussissent ? Ces questions constituent des pistes de réflexion et de discussion auxquelles cette dernière partie tente d'apporter des éclairages.

2.1. Quelle articulation entre métacognition et gestion mentale d'un point de vue théorique et épistémologique ?

Dans les différents champs théoriques étudiés, des questions de recherche ont été avancées. Au début de ce chapitre il a été montré que la métacognition et la gestion mentale apportaient des éléments intéressants en psychologie et pédagogie pour mieux comprendre la réussite des apprenants de fin de primaire en mathématiques. Ces deux approches ne sont pas à considérer distinctement l'une de l'autre : s'il est évident qu'il ne faut pas les assimiler et en effacer les spécificités comme cela a été mentionné précédemment, elles se ressemblent sur certains points et peuvent s'enrichir mutuellement.

L'objectif de la psychologie cognitive – et de la métacognition plus particulièrement – en tant que théorie est de décrire et comprendre le fonctionnement cognitif des élèves ; celui de la gestion mentale est sensiblement proche, visant lui aussi à mieux comprendre le fonctionnement mental de ces derniers (pour utiliser la terminologie propre à ces deux approches). Dans les deux cas il s'agit de chercher à appréhender la façon dont les individus procèdent pour acquérir, traiter, comprendre, stocker, mémoriser, utiliser, découvrir, être attentifs ou encore réfléchir à des informations ou des connaissances. Pour en arriver à cette finalité, ces deux approches procèdent différemment selon les notions qui les composent mais se rejoignent en ce ce point qu'elles s'appuient sur une tâche précise – en l'occurrence la résolution d'un problème arithmétique d'application dans le cas de notre recherche – pour questionner les individus sur la façon dont ils fonctionnent dans leur tête pour effectuer ladite tâche.

Comme l'a montré la première partie du chapitre, la métacognition interroge particulièrement les connaissances métacognitives détenues par les individus à propos des personnes, de la tâche et des stratégies d'une part, le déroulement des habiletés métacognitives de planification, contrôle et régulation d'autre part. Tous les élèves possèdent nécessairement des connaissances métacognitives à propos d'une tâche précise dès lors que cette dernière ne leur est pas inconnue. Habitués à l'activité de production d'écrit qu'ils pratiquent depuis le début de l'école élémentaire par exemple, ils en détiennent des connaissances métacognitives (qu'ils ne conscientisent pas forcément par eux-mêmes mais qui existent néanmoins). L'analyse des résultats a permis de lister celles qui transparaissaient des échanges avec les six apprenants interrogés à propos de la résolution de problèmes arithmétiques et elles semblent assez précises, témoignant d'une bonne connaissance de l'activité. De même, les trois habiletés métacognitives sont normalement présentes dans le déroulement de toute tâche complexe mais ne sont pas mises en place de la même façon selon le type de tâche et les individus. Le chapitre précédent donne une idée de cette mise en œuvre pour les six cas étudiés dont la réussite en mathématiques est notable : il en ressort que si les activités de planification et de contrôle sont relativement soignées, les élèves accordant de l'importance à se représenter les données, à les organiser, à mobiliser certaines connaissances et stratégies plutôt que d'autres, à vérifier la cohérence de la démarche et des résultats, l'activité de régulation ne semble pas exécutée avec autant d'importance. Sûrs d'eux et de leurs méthodes auxquelles ils ont pris le temps de réfléchir avant de se lancer dans la résolution, confiants en leur technique opératoire, vigilants tout au long de l'activité, les apprenants n'estiment pas nécessaire de passer du temps à considérer une nouvelle fois leurs solutions qui leur paraissent justes. En définitive, la métacognition met l'accent sur les procédures mises en place par les élèves pour résoudre la tâche proposée, procédures spécifiques à cette tâche en particulier.

La gestion mentale paraît relativement comparable à l'approche précédente. Une des questions de recherche ciblait les évocations que se faisaient les élèves à l'occasion d'une activité de résolution de problèmes arithmétiques. Avant de questionner cette tâche en particulier, il ne faut pas oublier que les évocations accompagnent le quotidien de chacun quelle que soit la situation, (scolaire ou non) puisque nos cinq sens sont constamment mobilisés : des visiteurs dans un musée évoquent les œuvres d'art qu'ils voient, lors d'un concert la musique provoque des évocations chez les spectateurs, les odeurs qui émanent d'une assiette éveillent elles aussi des évocations… Les exemples peuvent être déclinés à l'infini. Les évocations sont souvent inconscientes mais elles existent réellement et il suffit de poser quelques questions pour les faire émerger à la conscience des individus. Dans le cadre d'une tâche précise, des évocations sont évidemment présentes et même souvent dirigées en plus vers un but précis qui est d'effectuer la tâche donnée *in fine*. Le chapitre qui précède a montré que les apprenants se donnaient des évocations relativement précises – situées dans un lieu de sens soit spatial soit temporel – des énoncés de problème et qu'ils s'appuyaient dessus pour les résoudre. Concernant les projets de sens, ils interviennent également dans toute situation de tâche, couplés aux évocations, et montrent parfois une dominante pour chacun des couples mobilisés. Pour comprendre une notion en classe par exemple, l'activité mentale des individus peut faire appel au projet de sens d'explication ou d'application – les individus arborant généralement une préférence pour l'un des deux aspects en question ou bien les deux non simultanément selon l'évolution du travail. Dans le cadre d'une tâche complexe telle que la résolution de problème qui suppose la réalisation de plusieurs tâches « simples » (au sens où elles ne sont pas complexes), plusieurs couples de projets de sens sont utilisés. Tel est le cas des six élèves interrogés lors de la recherche et dont le fonctionnement mental révèle l'usage de multiples projets de sens parmi lesquels certains sont adaptés précisément à la situation. Quant aux cinq gestes mentaux définis par La Garanderie, s'appuyant sur des évocations et projets de sens, ils sont des outils d'accès à la connaissance. Ils ne sont pas tous mis en jeu pour effectuer toutes les tâches : pour planter un clou, tous les outils du bricoleur ne sont pas nécessaires, le marteau suffit ; de même pour observer minutieusement un tableau, il n'y a pas besoin des cinq gestes mentaux, la seule observation peut se contenter de l'acte d'attention. La résolution d'un problème mathématique peut en mobiliser plusieurs si ce n'est les cinq, les résultats de la recherche ont montré l'emploi de trois d'entre eux de manière systématique (attention, compréhension, réflexion) et orientée vers l'activité – l'ensemble étant animé conjointement avec les évocations et projets de sens. Ainsi, comme la métacognition insiste sur les procédures utilisées par les élèves qui réussissent, la gestion mentale souligne particulièrement les évocations, projets de sens et gestes mentaux repérés dans le fonctionnement de ces mêmes apprenants. À noter pour rappel que les évocations existent dans toute opération mentale, que les projets de sens y font appel, et que cet ensemble est lui-même requis par les gestes mentaux selon le schéma d'inclusion qui suit.

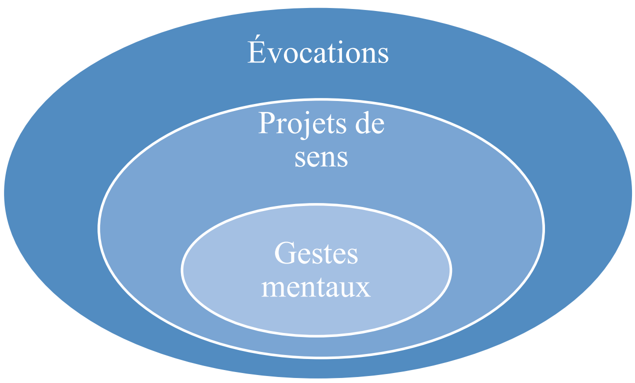


Figure 12 : Schéma d'inclusion Évocations-Projets de sens-Gestes mentaux.

La métacognition et la gestion mentale – en tant que théories – peuvent s'articuler par l'utilisation des composantes de chacune de ces approches de manière spécifique. À l'issue des résultats de la recherche, le chercheur note d'une part la mobilisation de procédures précises et propres à la résolution de problèmes arithmétiques par les apprenants en situation de réussite marquante en mathématiques, d'autre part l'emploi du « pack évocations-projets de sens-gestes mentaux » de façon toute aussi caractéristique de l'activité en jeu et auprès du même public. L'apport conjoint des éléments observés par la métacognition et la gestion mentale, éléments orientés spécifiquement vers la tâche de résolution de problèmes en mathématiques, met en avant une certaine complémentarité de ces approches qui permet d'éclairer avec précision le fonctionnement mental des apprenants de CM2 interrogés (en l'occurrence) et par là-même, de mieux comprendre le phénomène de réussite observé de la part de ces derniers. En d'autres termes, d'après les résultats de la présente recherche, la réussite observée pourrait être attribuée à la mobilisation judicieuse et orientée (vers la tâche à traiter) de plusieurs « outils » décrits par la métacognition et la gestion mentale.

Les deux approches sus citées peuvent également être articulées de par leur rapport à la réussite. « La métacognition est présentée comme une caractéristique qui différencie les sujets « experts » des sujets « novices ». » (Gaté, 2012, p.35). En questionnant le fonctionnement cognitif des individus, la métacognition permet de découvrir certaines de leurs procédures et d'observer si elles sont opérantes et amènent au résultat (auquel cas le sujet serait alors « expert »), ou bien si elles ne sont pas assez spécifiques, encore instables voire chancelantes (auquel cas le sujet serait plutôt « novice »). De même, la gestion mentale est considérée comme une pédagogie de la réussite (voir p.72 de la thèse) qu'elle valorise. La recherche du profil cognitif des apprenants vise à faire découvrir à ces derniers les habitudes mentales qu'ils semblent entretenir, à les faire conscientiser ces éléments afin de les réinjecter dans de nouvelles situations. Le questionnement établi doit d'abord servir celui qui répond et se dévoile et non l'interviewer dont l'intérêt reste secondaire : l'interviewer est là pour aider son interlocuteur à faire usage de l'introspection et il peut profiter des résultats pour mieux comprendre le fonctionnement mental dont fait preuve l'individu interrogé voire se mettre en projet de l'aider ultérieurement mais l'objectif premier est bien de rendre le questionné acteur de sa réussite de manière autonome.

En mobilisant le dialogue pédagogique, l'outil phare de la gestion mentale, le pédagogue guide l'apprenant pour qu'il dévoile ses procédures mentales. A propos d'une tâche définie en amont, l'interviewer pose des questions concernant le comment : comment l'élève procède dans sa tête pour réaliser la tâche proposée ? Au fil des interrogations (et des entretiens), l'apprenant peut discerner – et dans le meilleur des cas, prendre conscience voire intérioriser – les cheminements mentaux qu'il emprunte le plus fréquemment, les habitudes mentales qui lui correspondent et lui conviennent le plus. Il semble que la métacognition et la gestion mentale soient encore relativement en accord sur ce point : même si la mise en pratique peut varier, chacune des deux pose des questions pour amener l'individu à mieux connaître ses procédures mentales, les deux axes se rejoignent dans leur volonté commune d'apprendre aux élèves à se connaître « dans leur tête ».

> « Le concept de métacognition présente l'intérêt d'ouvrir la voie à une certaine forme de réflexivité *dans* et *sur* les activités d'apprentissage. Cette invitation au métalangage à propos de son fonctionnement cognitif se retrouve dans le dialogue pédagogique avec le souci d'offrir à l'apprenant l'opportunité d'une intelligibilité de son activité mentale. On peut y voir une dimension essentielle de l'*accès au sens* de l'apprentissage. » (Gaté, 2012, p.41)

Cet « accès au sens » évoqué par Gaté est une caractéristique importante de la gestion mentale. Les matériaux fondamentaux de cette approche sont liés de près au sens. L'évocation l'est au niveau du vécu, c'est-à-dire du sensible et de la sensorialité :

> « Si l'évocation est condition d'intelligibilité, ressort d'attribution du sens, comme figure concrète de la représentation, elle trouve bien son ancrage dans l'expérience sensible, ce qu'attestent d'ailleurs les qualificatifs qu'on lui attribue et qui empruntent au langage de la sensorialité : évocation *visuelle*, *auditive* voire *kinesthésique*. » (Gaté, 2015, p.197)

Les gestes mentaux sont liés au sens dans la deuxième acception définie par Gaté : « Le sens met en relation un signifiant et un signifié dans un contexte déterminé. » (Gaté, 2015, p.199). Le sens que vise l'activité de résolution de problème est de cet ordre. « C'est en donnant du sens à ce qui est écrit que l'élève comprend ce qu'il lit. » (*Idem*). Ceci vaut pour la lecture en générale, et donc pour celle de l'énoncé d'un problème mathématique en particulier, permettant à l'élève qui va résoudre ce problème de mettre du sens dans le texte et d'accéder au geste de compréhension notamment pour avancer dans l'activité.

Quant aux projets de sens, ils sont en lien direct avec un sens dirigeant :

> « La figure du *projet de sens* intègre manifestement cette dimension *directionnelle* du sens. Si le *projet* est un ressort d'attribution du sens dans l'activité d'apprentissage par la visée intentionnelle qui le propulse vers l'objet à connaître, il est aussi intrinsèquement et pleinement *structure de sens*. Sans doute d'ailleurs ce concept est-il le plus suggestif de cet entrecroisement des différents registres de sens : son ancrage

> dans l'expérience *sensible* sous l'angle de l'évocation mentale, la *signification* qu'il confère aux actes de connaissance dans la quête d'intelligibilité des objets de savoir, la *direction* enfin qui oriente et finalise l'activité mentale. » (Gaté, 2015, p.206)

Ainsi, aller à la rencontre du sens des objets de connaissance revêt une importance capitale – et spécifique – pour La Garanderie. Le modèle de « conceptualisation métacognitive » proposé par Noël, Romainville et Wolfs (1995) tend à s'en approcher, même si elle ne peut s'y identifier.

> « S'il est admis par [ces] auteurs que l'apprenant peut « extraire de ses différentes expériences d'apprentissage, des lois plus générales sur son fonctionnement cognitif », […] qu'est-ce que cela révèle de son fonctionnement mental ? Quel sens recèle cette forme de conceptualisation métacognitive à laquelle il semble être parvenu ? N'y aurait-il pas lieu de creuser davantage ? » (Gaté, 2012, p.41-42)

Ces réflexions montrent une fois de plus en quoi la métacognition et la gestion mentale peuvent être articulées l'une à l'autre malgré leurs spécificités et leurs différences. En travaillant sur la conceptualisation métacognitive, les chercheurs tentent d'enrichir les travaux sur la métacognition et de dépasser cet aspect « méthodologique » dont ils peuvent être qualifiés. La « dimension du sens, dans l'acception phénoménologique du terme » (Gaté, 2012, p.42) reste caractéristique de l'approche de La Garanderie, mais les recherches de certains auteurs (tels que Noël par exemple) semblent permettre à la métacognition de s'en approcher, ce point constituant peut-être même la bascule entre les deux approches.

> « La question du *sens* dans les activités d'apprentissage est susceptible de constituer un point de rencontre possible entre la *psychologie* et la *pédagogie*. » (Gaté, 2015, 194)

L'articulation plutôt épistémologique entre la métacognition et la gestion mentale considérées en tant que théories amène à questionner le point de vue de la pratique. Un lien entre les sujets « experts » et « novices » ne pourrait-il pas être envisagé au regard des deux approches pour apporter une certaine aide à ceux qui en auraient besoin ?

2.2. Articulation des deux approches d'un point de vue pédagogique et praxéologique

La praxéologie désigne la science des manières d'agir, elle étudie et analyse l'action, questionne l'efficacité de la pratique. La pédagogie – comme cela a été détaillé précédemment dans la thèse – est quant à elle la science des méthodes d'éducation, elle essaye de répondre à des problèmes d'enseignement concrets, s'interroge sur les stratégies, méthodes, moyens qui sont les plus efficaces pour optimiser l'apprentissage des élèves et rendre les informations à enseigner compréhensibles pour ces derniers. Associer ces deux concepts après le travail de recherche effectué jusque-là permet de discuter de l'implication de la recherche à un niveau plus pratique et de proposer des préconisations concrètes pour les enseignants dont les apprenants pourraient bénéficier. Autrement dit, comment pourraient se traduire dans le quotidien d'une classe, les réponses plutôt « abstraites » apportées dans les chapitres précédents ? Quels moyens d'action les professeurs pourraient-ils mettre en place – en modifiant leurs méthodes ou en enrichissant leur expérience d'enseignement – pour accompagner les élèves vers la réussite dans le domaine des mathématiques en l'occurrence ? Quel « plus d'être » les enfants pourraient-ils ressortir des dialogues pédagogiques s'ils leur étaient proposés ? Y aurait-il un moyen d'aider les apprenants éprouvant des difficultés en s'appuyant sur leurs pairs réussissant ? Il ne s'agit pas, dans les pages qui suivent, de répondre de manière exhaustive à ces questions, c'est plutôt l'occasion de suggérer quelques pistes de réflexion pouvant prolonger la recherche, des idées ou conseils d'application possibles.

Dans la pratique, les approches de la métacognition et de la gestion mentale ont chacune une mise en œuvre spécifique de leurs composantes : la première pose des questions de type didactique qui poussent l'enfant à réfléchir sur sa façon de résoudre le problème donné, une approche qui serait donc plutôt à considérer en terme de processus ; la seconde quant à elle fait vivre le problème dans la tête de l'apprenant, elle essaye d'aborder le vécu mental de ce dernier au plus près de la réalité, telle qu'elle lui apparaît, relevant ainsi plus de la pédagogie.

La métacognition crée un cadre, elle est comme un outil qui permet d'objectiver le fonctionnement métacognitif du sujet. Dans le cadre de la résolution de problèmes d'application en mathématiques, elle amène l'individu à se questionner sur les connaissances qu'il possède – sur lui-même réalisant ladite tâche en l'occurrence – et qu'il peut mettre au service de l'activité. Elle séquence également la résolution « en une série de réflexions accompagnant l'activité cognitive et produisant ainsi des informations sur celle-ci au cours de son déroulement ; en une suite de décisions visant à poursuivre ou à modifier l'activité cognitive. » (Gaté, 2012, p.39) En incitant l'apprenant à mobiliser ses acquis, ces « étapes » – qui correspondent aux habiletés métacognitives – l'amènent à parvenir au résultat.

La gestion mentale ne fixe pas des manières de procéder pour effectuer tel ou tel type de tâche en particulier, elle ne propose pas un ensemble de moyens pour atteindre un but précis, elle ne suggère pas un cheminement à reproduire pour résoudre un problème. Elle s'adapte doublement à l'exercice et à l'élève qui y travaille pour l'accompagner à chercher, au regard de ses connaissances et de ses habitudes mentales, le moyen le plus cohérent (pour lui) de trouver une solution à cet exercice. Néanmoins, en aidant les apprenants à repérer leurs points forts, à distinguer le type de cheminement qui leur correspond le mieux à eux individuellement, la pédagogie de La Garanderie peut parfois prendre une posture de soutien méthodologique. Sur cet aspect, les approches de la métacognition et de la gestion mentale peuvent être articulées en tant que pratiques.

Les élèves interrogés dans cette recherche réussissent de manière notable, or d'après le chapitre qui précède, une explication de cette réussite pourrait être l'utilisation de procédures efficaces et spécifiques de la tâche effectuée. La présentation de ces démarches par les apprenants qui les ont mobilisées ne pourrait-elle pas être envisagée dans le cadre un échange en groupe – tel un dialogue pédagogique collectif – et avoir un rôle positif auprès de leurs pairs ?

Cet outil du dialogue pédagogique est avant tout au service de l'individu interrogé : les découvertes effectuées au cours des dialogues apportent à l'enseignant des éléments concernant le fonctionnement mental de l'enfant questionné mais c'est surtout à ce dernier de les constater par lui-même et d'en prendre conscience pour apprendre à se connaître. Apprendre à se connaître, être capable de décrire ce qui se passe dans sa tête pour réaliser une tâche précise (en mathématiques mais pas seulement), quelle satisfaction personnelle pour les apprenants ! Le plaisir montré par Louis (interrogé au cours de l'expérience) à parler de sa façon de procéder mentalement peut en témoigner – La Garanderie a d'ailleurs écrit un ouvrage sur ce sujet : *Plaisir de connaître* (2004).

En classe, l'enseignant peut avoir recours au dialogue pédagogique de manière individuelle – dans le cadre d'une tâche donnée telle que la résolution de problèmes mathématiques, la réalisation d'un exercice de conjugaison, la production d'un écrit par exemple – pour amener l'élève à évoquer la tâche, à exprimer ce qui se passe dans sa tête, à effectuer un contrôle des procédures mises en œuvre pour réaliser la tâche… Néanmoins, si le bénéfice qu'apporte cet outil de la gestion mentale n'est pas à prouver, ce type d'entretien individuel a des limites dans le cas d'une classe, le professeur ne pouvant se permettre de travailler avec tous les enfants isolément pour chaque activité.

La mise en place d’un dialogue pédagogique mené collectivement – au sens d’un groupe d’élèves voire de la classe entière – permettrait de prendre le relai et rendrait service non plus à un seul apprenant à la fois mais à plusieurs en même temps. Cette idée peut être organisée de plusieurs façons selon l’objectif souhaité par l’enseignant et suppose d’y familiariser les apprenants en amont à l’occasion d’activités plus « ludiques » pour les habituer à détailler ce qui se passe dans leur tête et peu à peu, leur faire prendre conscience de leurs procédures. Une fois à l’aise avec cet outil, ces échanges en groupe peuvent être effectués à partir de supports plus « scolaires ». À l’issue de divers exercices quotidiens tels que du calcul mental par exemple, le professeur peut ainsi questionner les enfants pour savoir comment ils ont procédé dans leur tête pour effectuer la tâche proposée. La verbalisation et la présentation des procédures individuelles peut amuser, étonner mais aussi intéresser par la variété des réponses données : en adoptant une attitude d’écoute du groupe-classe, les élèves découvrent les cheminements mentaux de leurs pairs et par là-même qu’il existe plusieurs façons de fonctionner mentalement pour arriver à un même résultat. Dans des tâches plus complexes telles que la résolution de problèmes en l’occurrence, cet échange autour des procédures mentales mobilisées peut devenir un atout pour certains apprenants. Ceux qui réussissent mettent en avant des stratégies efficaces qu’ils partagent avec les autres, nous pourrions ainsi supposer que ces stratégies efficaces puissent aider ceux qui éprouvent quelques difficultés. L’hypothèse d’un phénomène de transfert des processus gagnants pourrait même être envisagée : ces élèves qui sont plus laborieux pourraient s’en inspirer, tenter de nouvelles démarches mentales et apprendre à leur tour à devenir efficaces selon leur profil cognitif qui est unique. Le chapitre précédent a permis de dresser un profil cognitif hypothétique d'enfant réussissant, il est donc possible d'imaginer qu'en accompagnant des enfants dont la performance est plus faible dans une voie semblable, en leur suggérant de considérer certaines de ces attitudes et procédures qui semblent mener vers la réussite, ils progressent eux aussi sur ce chemin de la réussite. Il ne s'agit pas d'imposer aux apprenants d'abandonner leurs méthodes sans discuter, de les couper dans leur élan avec des phrases telles que « non il ne faut pas faire comme ça », au risque de créer un blocage et/ou un sentiment de mauvaise estime de soi ; il est plus agréable de ne pas utiliser le mode impératif dans ces cas-là et que l'enseignant joue vraiment un rôle d'accompagnateur – attitude préconisée par La Garanderie d'ailleurs – auprès des élèves qui ont besoin de son aide. En tant que « médiateur de la connaissance », il peut ainsi amener ces derniers à se rendre compte par eux-mêmes que leur cheminement était peut-être trop coûteux, pas assez cohérent, et les guider dans le choix de méthodes plus efficientes en choisissant éventuellement des procédés d'autres élèves ayant obtenu des résultats corrects. Ce travail de « transfert », de mutualisation, d'accompagnement ne serait pas forcément simple et court à effectuer, il nécessite un investissement de la part des deux partis (enseignant et enfants), mais c'est une belle perspective à envisager et qui prolongerait de manière aussi intéressante qu'enrichissante notre recherche.

Conclusion

L'objectif de cette recherche était d'apporter une meilleure compréhension de la réussite en mathématiques dont témoignent certains élèves là où d'autres éprouvent quelques difficultés. À l'issue de ce travail, nous sommes en mesure de donner un certain nombre de réponses à l'appui des champs théoriques convoqués.

Non seulement la réussite en mathématiques est un domaine vaste, mais il ne faut pas la confondre non plus avec l'apprentissage en la matière. L'apprentissage est souvent premier au sens où il amène en principe à la réussite : à l'école, l'élève est confronté à de nouvelles notions, de nouveaux outils dont il fait l'apprentissage. Dans le processus d'apprentissage il les découvre, s'y entraîne par le biais d'activités variées, collectives ou individuelles, en d'autres termes il en fait l'acquisition, les maîtrise, et peut ensuite faire preuve de réussite à leur propos. Il faut en revanche être prudent avec la réciproque puisque la réussite d'un exercice n'indique en rien qu'un apprentissage ait été construit en amont sur la notion abordée : un novice au tennis pourrait réussir un brillant point sans en avoir appris le moindre coup par exemple, la chance, l'intuition, les moyens détournés peuvent y pallier. Nous avons choisi de nous concentrer pour cette thèse sur le premier « aspect » de la réussite : celui qui succède à l'apprentissage – cet apprentissage ayant été vérifié en amont. De plus, la didactique des mathématiques nous a amenée à centrer la réussite sur l'activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application, activité qui suppose elle-même la réussite de divers outils ou notions mobilisés.

Les approches de la métacognition et de la gestion mentale nous apprennent quant à elles que les apprenants interrogés pour leur réussite témoignent d'une certaine adaptabilité et mobilité mentale d'une part, et de constantes dans leur fonctionnement mental d'autre part. Ces découvertes ont d'ailleurs donné lieu à un portrait cognitif d'élève faisant preuve de réussite en mathématiques. Il faut en revanche être conscient que ces résultats obtenus à partir de l'étude de six cas seulement ont une portée limitée et par conséquent, ne peuvent être généralisés à toute une population d'élèves ni étendus à toutes les disciplines dès l'issue de notre travail. Ils peuvent toutefois constituer des hypothèses fondées pour de prochaines recherches qui tendraient à les universaliser.

Ce travail a encore permis d'articuler les deux approches précédemment citées. Si chacune a des spécificités qui lui sont propres (par définition) et qui ne peuvent être assimilées, chacune attirant l'attention sur différents aspects de la réalité, la gestion mentale et la métacognition peuvent œuvrer au même niveau et de manière complémentaire. Nous pouvons nous interroger sur l'enjeu de cette articulation. Qu'apporte à l'élève le fait de savoir comment il fonctionne ? Quel bénéfice l'enseignant peut-il en tirer ? Est-ce que le moyen du dialogue pédagogique – qui est une forme d'entretien métacognitif – donne plus de sens au savoir et au rapport de l'élève au savoir ? Mettre l'apprenant en situation de tâche en lui proposant une activité – de résolution de problème mathématique en l'occurrence – lui permet de se livrer sur son fonctionnement mental, de *se* découvrir *lui-même* dans ses possibilités, dans *ses* ressources, lui procurant un « plus d'être » comme plaisir de connaître le sens des objets de savoir et plaisir de *se* connaître. Cette attitude peut d'ailleurs être comparée à une forme d'étayage : le professeur peut profiter du contenu des échanges pour adapter sa pédagogie et accompagner les enfants vers le sens à partir de *leur* profil, de *leur* fonctionnement, de *leurs* habitudes ; cette posture d'accompagnateur bienveillant et ouvert à la singularité de chacun répondant d'ailleurs à une recommandation plutôt suggestive de La Garanderie : « le pédagogue efficient n'enseigne pas, il renseigne. » (La Garanderie, 1999).

La discussion et une partie du chapitre théorique ont évoqué la question du sens comme point d'articulation entre les approches de la gestion mentale et de la métacognition. Dans son dernier ouvrage, non seulement Barth insiste aussi sur la nécessité de donner du *sens* au savoir (dès le sous-titre) mais elle utilise également l'outil du dialogue pour construire du sens – même si ce dialogue n'est pas tout à fait un dialogue *pédagogique* au sens de La Garanderie. Cet aspect du sens travaillé par Barth dans son processus de conceptualisation relèverait plutôt de la deuxième acception définie par Gaté (2016) – relative à un contenu de signification – et pourrait venir compléter les deux autres particulièrement mises en exergue par les concepts d'évocation et de projets de sens.

> « [L'enseignant] guide un dialogue qui conduit à l'écoute et à l'argumentation et, *in fine*, à une « négociation » sur le sens à retenir de la « chose » observée. Ainsi, les élèves sont initiés à une forme de communication qu'il faut apprendre à pratiquer : *le dialogue*. Le dialogue dont nous parlons ici est très différent de la juxtaposition d'opinions qui se termine par quelque réponse imposée, soit par l'enseignant, soit par un élève. Le sens va émerger de cet *aller-retour entre les exemples que chacun peut vivre comme une expérience personnelle et les mots abstraits* que l'on va chercher ensemble pour s'y référer. C'est par des approximations successives, *guidées* par l'enseignant, que l'on s'oriente vers un sens partagé. » (Barth, 2013, p.65)

Pour Barth, cette forme de dialogue collectif qu'elle préconise est une « médiation cognitive » qui vise à considérer, par comparaisons successives, les ressemblances ou différences entre plusieurs objets pour construire le *sens* de concepts, en saisir la signification. En mathématiques, en amont du dialogue pédagogique qui permet aux élèves de détailler leurs procédures mentales, un tel travail de conceptualisation devrait être proposé à ces derniers pour leur permettre d'acquérir en profondeur les différents objets d'apprentissage et optimiser leurs chances de réussir. Le dialogue dans la pédagogie apparaît ainsi comme une option à encourager nettement, les enseignants pouvant même espérer plus : une pédagogie du dialogue.

Bibliographie

Abboud Zakaria, N. (2007) *Dictionnaire de didactique. Concepts clés à l'usage des enseignants*. Zouk Mikhael : Editions Zakaria.

Altet, M. (1997). *Les pédagogies de l'apprentissage*. Paris : PUF.

Anderson, D., Nashon, S. & Thomas, G. (2009). Evolution of research methods for probing and understanding metacognition. *Research in sciences education, 39*(2), 181-195.

Arenilla, L., Gossot, B., Rolland, M.-C. & Roussel, M.-P. (2007). *Dictionnaire de pédagogie et de l'éducation*. Paris : Bordas.

Arsac, G., Germain, G., & Mante, M. (1991). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques.

Artigue, M. (1990). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 9*(3), 281-308. http://www.cfem.asso.fr/actualites/RDM9.3M.ArtigueIngenierieDidactique.pdf

Avanzini, G. (1999). L'éducation est-elle une science : synthèse. *Cahiers Alfred Binet. 659/660*, 125-128.

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : J. Vrin.

Bachelard, G. (1989). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* (14è éd.). Paris : J. Vrin.

Bandura, A. (2007). *Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles : De Boëck Université.

Barataud, D., & Brunelle, L. (1985). *De l'erreur à la réussite en mathématiques*. Paris : Nathan.

Barth, B.-M. (2012). *Élève chercheur, enseignant médiateur : donner du sens aux savoirs*. Paris : Retz.

Barus-Michel, J. (1999). Approche clinique en sciences sociales, psychologie sociale et sociologie cliniques. *Recherches en soins infirmiers, 59*, 4-8.

Bednarz, N. & Garnier, C. (1989). *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa : Agence d'Arc.

Blouin, Y. (1985). *La réussite en mathématiques au collégial : le talent n'explique pas tout*. Québec : Cégep François-Xavier Garneau.

Boutin, G. (2011). *L'entretien de recherche qualitatif*. Québec : Presses de l'université du Québec.

Brissiaud, R. (1989). *Comment les enfants apprennent à calculer ? Au-delà de Piaget et de la théorie des ensembles*. Paris : Retz.

Brousseau, G. (1980), Les échecs électifs dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. *Revue laryngologie, otologie, rhinologie, 3-4* (101), 107-131.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Brousseau, G. (2010). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. En ligne sur le site de Guy Brousseau Didactique des mathématiques http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf

Brun, J. (1999). La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math-Ecole, 141*, 2-15. En ligne sur le site de Math-Ecole : http://www.ssrdm.ch/mathecole/crbst_14.html

Butlen, D. (2007). *Le calcul mental entre sens et technique*. Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, (Didactiques).

Cartier, R. (2008). *Étude de la métacognition dans une démarche d'apprentissage expérientiel à l'école nationale de police du Québec*. (Thèse présentée comme exigence partielle du doctorat en éducation à l'université du Québec à Trois-Rivières en association avec l'université du Québec à Montréal.)

Caverni, J.-P. (1988). La verbalisation comme source d'observables pour l'étude du fonctionnement cognitif. In *Psychologie cognitive : modèles et méthodes* (pp.253-270). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Champy, P. & Étévé, C. (Ed.) (1994). *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*. Paris : Nathan.

Cefaï, D. (2006). Une perspective pragmatiste sur l'enquête de terrain. In P. Paillé (dir.), *La méthodologie qualitative. Postures de recherche et travail de terrain* (pp.33-62). Paris : Armand Colin.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage.

Chich, J.-P., Jacquet, M., Mériaux, N., & Verneyre, M. (1991). *Pratique pédagogique de la gestion mentale – Ou du plaisir d'apprendre*. Paris : Retz.

Cléret, B. (2013). L'ethnographie comme démarche compréhensive : immersion dans les dynamiques consommatoires du rap en France. *Recherches qualitatives, 32* (2), 50-77.

Danvers, F. (2003). *500 mots clefs pour l'éducation et la formation tout au long de la vie* (2è éd.). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

Degiorgio, C., Fery, P., Polus, B., & Watelet, A. (s.d.). En ligne sur le portail du CRFNA http://www.crfna.be/Portals/0/fonctions%20exécutives.pdf, consulté le 27 octobre 2015.

Dehaene, S. (2012). Psychologie cognitive expérimentale 111|2012. En ligne sur le site de L'annuaire du Collège de France http://annuaire-cdf.revues.org/1465, consulté le 6 janvier 2015.

De La Garanderie, A. (1984). *Le dialogue pédagogique avec l'élève*. Paris : Bayard.

De La Garanderie, A. (1994). *Réussir ça s'apprend : un guide pour tous les parents*. Paris : Bayard.

De La Garanderie, A. (1997). *Critique de la raison pédagogique*. Paris : Nathan.

De La Garanderie, A. (1999). *Apprendre sans peur*. Lyon : Chronique sociale.

De La Garanderie, A. (2002). *Comprendre les chemins de la connaissance : une pédagogie du sens*. Lyon : Chronique sociale.

De La Garanderie, A. (2013). *Réussir ça s'apprend*. Montrouge : Bayard.

Delvaux, P.-P. (2012). Métacognition et apprentissage. Apport de la gestion mentale. *Synergies Pologne, 9*, 9-19.

De Vecchi, G. (2007). *Un projet pour enseigner par situations-problèmes*. Paris : Delagrave.

Devolvé, N. (2006). Métacognition et réussite des élèves. En ligne sur le site du CRAP – cahiers pédagogiques : http://www.cahiers-pedagogiques.com/Metacognition-et-reussite-des-eleves, consulté en août 2012.

Doly, A.-M- (1997). Métacognition et médiation. Clermont Ferrand : CRDP d'Auvergne.

Équipe de recherche en didactique des mathématiques. (2005). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes : cours moyen (deuxième année)*. Paris : Hatier.

Évano, C. (1999). *La gestion mentale : un autre regard, une autre écoute en pédagogie*. Paris : Nathan.

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.

Fayol, M. (1985). Nombre, numération et dénombrement : que sait-on de leur acquisition ? *Revue française de pédagogie, 70*, 59-77.

Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre : du comptage à la résolution de problèmes*. Lausanne : Delachaux et Niestlé.

Fayol, M. (1991). Du nombre à son utilisation : la résolution de problèmes additifs. In J. Bideaud, J.-P. Fischer, & C. Meljac (Eds.), *Les chemins du nombre* (pp. 259-270). Presses Universitaire de Lille.

Fayol, M., & Monteil, J.-M. (1994). Stratégies d'apprentissage/apprentissage de stratégies. *Revue Française de Pédagogie, 106*, 91-110.

Flavell, J.-H. (1976). Metacognitive aspects of problem-solving. In L. B. Resnick (Dir.), *The nature of intelligence* (pp. 231-236). New Jersey : Lawrence Erlbaum.

Flavell, J.-H. (1985). Développement métacognitif. In J. Bideaud et M. Richelle (Dirs.), *Psychologie développementale, problèmes et réalités*. Bruxelles : Mardaga.

Garofalo, J., & Lester, K.-J. (1985). Metacognition, cognitive monitoring and mathematical performance. *Journal for research in Mathematics Education, 16* (3), 163-176.

Gaté, J.-P. (2007). Vers une clinique éducationnelle : en quel sens ? *Chemin de formation, 10-11*, 130-137.

Gaté, J.-P. (2012). *Pratiquer le dialogue pédagogique à l'université*. Lyon : Chronique sociale.

Gaté, J.-P. (2013). La gestion mentale : une pédagogie de la personne. *Educatio, 2*. En ligne sur le site de la revue Educatio : http://revue-educatio.eu/wp/2013/11/30/la-gestion-mentale-une-pedagogie-de-la-personne/, consulté le 30 mai 2016.

Gaté, J.-P. (2015). *A(p)prendre ou à laisser… Une histoire en héritage*. Paris : L'Harmattan.

Gaté, J.-P., Géninet, A., Giroul, M., Payen de la Garanderie, T. (2009). *Vocabulaire de la gestion mentale*. Lyon : Chronique Sociale.

Géninet, A. (1993). *La gestion mentale en mathématiques : application de la 6è à la 2de*. Paris : Retz.

Géninet, A. (2006). *Graphismes et mandalas d'apprentissage. Cycle 3*. Lassay-les-Châteaux : Retz.

Giasson, J. (1990). *La compréhension en lecture*. Montréal : Gaëtan Morin Éditeur.

Gouvernement du Québec, Direction générale de la formation des jeunes. (2006). *L'évaluation des apprentissages au secondaire. Cadre de référence*. Québec : Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport.

Grangeat, M. (1994). Comprendre pour réussir. Influence de la métacognition sur la réussite. *Cahiers pédagogiques, 320*, 56-57.

Hervé, P. (2005). *La résolution de problèmes arithmétiques à l'école*. Paris : Hatier.

Houdement, C. (2003). La résolution de problèmes en question. *Grand N, 71*, 7-23.

Houssaye, J. (1982). *Le triangle pédagogique : proposition et pratiques d'un modèle d'analyse de la situation pédagogique*. (Thèse en lettres et sciences humaines. Paris X, Nanterre).

Huart, T. (2004). La motivation scolaire : évolution au cours du primaire et pistes d'intervention. In A. Colsoul, M. Crahay, F. De Coninck, J.-M. De Ketele, C. Depover, R. Deschamps, … A. Wilkin (Eds.), *Actes du 3ème congrès des chercheurs en éducation : (Re)trouver le plaisir d'enseigner et d'apprendre. Construire savoirs et compétences. Atelier 3 : Le plaisir d'apprendre : comment le promouvoir et l'observer ?* (Art. 3306), (p. 159-163). Disponible sur le portail de l'enseignement en fédération Wallonie-Bruxelles à l'adresse : www.enseignement.be, consulté le 26 janvier 2016.

Jaccoud, M., & Mayer, R. (1997). L'observation en situation et la recherche qualitative. In J. Poupart, J.P. Deslauriers, L.H. Groulx, A. Laperrière, R. Mayer, & A. Pirès (Dir.), *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques* (pp.211-250). Boucheville : Gaëtan Morin.

Jugie, R. (1974). Pédagogie des mathématiques : la motivation. *Psychologie scolaire, 11*, 49-58.

Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques : un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Karsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : étapes et approches* (3è éd.). Saint Laurent : ERPI.

King, A. (1990a). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American educational research journal, 27*, 664.687.

King, A. (1990b). Reciprocal peer questioning : a strategy for teaching students how to learn through lectures. *The clearing house, 64*, 131-135.

King, A. (1994). Guiding knowledge contruction in the classroom : effects of teaching children how to question an how to explain. *American educational research journal, 31*, 338-368.

King, A. (2005). Structuring peer interaction to promote high-level cognitive processing. *Theory into practice, 41*(1), 33-46.

Kuzniak, A. (2005). La théorie des situations didactiques de Brousseau. *Repères IREM, 61*, 19-35. Consulté à l'adresse http://www.univ-irem.fr/reperes/articles/61_article_421.pdf

Kvale, S. (1983). The qualitative research interview : A phenomenological and a hermeneutical mode of understanding. *Journal of Phenomenological Psychology, 14* (2), 171-196.

Lani-Bayle, M. (2007). Aux origines de la clinique. *Chemin de formation, 10-11*, 17-21.

Laplantine, F. (1996). *La description ethnographique*. Paris : Armand Colin.

Le Bouëdec, G., & Sidibe, F. (1992). Gestion mentale et apprentissage de l'orthographe d'usage. *Gestion mentale, 3*, 75-107.

Lieury, A. (1994). *Manuel de psychologie générale*. Paris : Dunod.

Lieury, A. (2012). *Mémoire et réussite scolaire*. Paris : Dunod.

Mathématiques : définition et explications. En ligne sur le site Techno-science.net http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=2367, consulté le 17 mai 2013.

McCracken, G. (1988). *The long interview*. Beverly Hills (CA) : Sage Publications.

Meirieu, P. (Ed.). (1997). *La métacognition : une aide au travail des élèves*. Paris : ESF.

Merriam, S.B. (1988). *Case Study in Education : A Qualitative Approach*. San Francisco (CA) : Jossey-Bass.

Ministère de l'éducation nationale. (2006). *Socle commun des connaissances et des compétences*. Paris : Direction générale de l'enseignement scolaire. http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html

Ministère de l'éducation nationale. (2008). Présentation des programmes à l'école élémentaire, cycle des approfondissements (CE2, CM1, CM2). En ligne sur educ.gouv.fr http://cache.media.education.gouv.fr/file/02_fevrier/24/3/BOEcolePrimaireWeb_24243.pdf, consulté le 19 septembre 2011.

Ministère de l'éducation nationale. (2011). Archives des évaluations des acquis des élèves de l'école primaire. En ligne sur le educ.gouv.fr http://www.education.gouv.fr/pid20947/evaluation-des-acquis-resultats.html?acad=15&dpt=49&annee=2011&niv_scol=CM2&form_action=resultat&envoie.x=73&envoie.y=8, consulté le 20 septembre 2011.

Ministère de l'éducation nationale. (2012). Ressources pour l'école élémentaire. Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen. En ligne sur le portail Éduscol http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Progressions_pedagogiques/76/9/Progression-pedagogique_Cycle3_Mathematiques_203769.pdf, consulté le 2 novembre 2015.

Ministère de l'éducation nationale. (2013). PISA 2012 : baisse des performances des élèves de 15 ans en culture mathématique et augmentation des inégalités scolaires en France. En ligne sur educ.gouv.fr http://www.education.gouv.fr/cid54175/l-evolution-des-acquis-des-eleves-de-15-ans-en-comprehension-de-l-ecrit.html, consulté le 27 janvier 2016.

Mucchielli, A. (1991). *Les méthodes qualitatives*. Paris : Presses universitaires de France.

Naus, M.-J., & Ornstein, P.-A. (1983). The development of memory strategies : Analysis, questions and issues. In M. T. H. Chi (Ed.), *Trends in memory development research (Contributions to Human Development)*, (Vol.9). Basel : S. Karger.

Newell, A., & Simon, H.-A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.

Nimier, J. (1976). *Mathématiques et affectivité : une explication des échecs et des réussites*. Paris : Stock.

Noël, B. (1991). *La métacognition*. Bruxelles : De Boeck Université.

Noël, B. (1995). La métacognition, l'art d'évaluer ses performances. *Revue sciences humaines, 56*, 23-25.

Noël, B., Romainville, M., & Wolfs, J.-L. (1995). La métacognition : facettes et pertinence du concept en éducation. *Revue française de pédagogie, 112*, 47-56.

Not, L. (1988). *Les pédagogies de la connaissance*. Toulouse : Privat.

Paillé, P. (2006). *La méthodologie qualitative : postures de recherche et travail de terrain*. Paris : Armand Colin.

Paquay, L., Crahay, M., & De Ketele, J.-M. (2006). *L'analyse qualitative en éducation : des pratiques de recherche aux critères de qualité : hommage à Michael Huberman*. Bruxelles : De Bœk Université.

Peillon, V., & Pau-Langevin, G. (2012) Lettre du 26 juin 2012 à tous les personnels de l'éducation nationale. En ligne sur le site educ.gouv.fr http://www.education.gouv.fr/cid60743/lettre-a-tous-les-personnels-de-l-education-nationale.html, consulté le 27 janvier 2013.

Perraudeau, M. (2007). L'entretien cognitif : un dispositif clinique pour comprendre les procédés mobilisés par l'élève. *Chemin de formation, 10-11*, 172-181.

Perrin, D. (2007). L'expérimentation en mathématiques : quelques exemples. *Actes du XXXIII^{ème} colloque sur la formation des maîtres*, (p.37-72). CRDP de Versailles, CDDP de l'Essonne Evry.

Piaget, J. (1972). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.

Piaget, J. (1976). *Traité de psychologie expérimentale*. Paris : Presses universitaires de France.

Prévost, C.-M. (1991). *La psychologie clinique*. Paris : Presses universitaires de France.

Psychologie cognitive. En ligne sur le site Psychologies http://www.psychologies.com/Dico-Psycho/Psychologie-cognitive, consulté le 5 septembre 2013.

Psychologie heuristique. En ligne sur le site Psychologie, Réseau savoir.fr http://psychologie.savoir.fr/psychologie-heuristique/, consulté le 2 mars 2016.

Reulier, J. (2012). *Interactions verbales entre pairs et développement de la métacognition chez des élèves en difficulté de compréhension en lecture*. (Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Université de Nantes, en cotutelle avec l'université du Québec à Rimouski.)

Richer, J., Mongeau, P., Lafortune, L., Deaudelin, C., Doudin, P.-A. & Martin, D. (2004). Outil d'évaluation de la métacognition : processus de validation et utilisation à des fins pédagogiques. In R. Pallascio, M.-F. Daniel et L. Lafortune (Dirs.), *Pensée et pratiques réflexives*. Sainte-Foy : Presses de l'université du Québec.

Romainville, M. (1993). *Savoir parler de ses méthodes. Métacognition et performance à l'université*. Bruxelles : De Boëck.

Roulois, P. (2010). Les images mentales dans l'apprentissage. En ligne sur le site Neuropedagogie.com L'avenir en avance Http://neuropedagogie.com/les-images-mentales-dans-lapprentissage/gestion-mentale/123-pascal-roulois.html, consulté en mars 2011.

Saint-Pierre, L. (1994). La métacognition qu'en est-il ? *Revue des sciences de l'éducation, 20* (3), 529-545.

Savoie-Zajc, L. (2009). Pédagogies et méthodes qualitatives. In A. Mucchielli (Dir.). *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales* (3è éd., pp.175-178). Paris : Armand Colin.

Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional science, 26*(1-2), 113-125.

Siegler, R. (2001). *Enfant et raisonnement : le développement cognitif de l'enfant*. Paris ; Bruxelles : De Boeck Université.

Skemp, R. (1979). *Intelligence Learning and Action : A New Model for Theory and Practice in Education*. Université de Cornell : Wiley.

Stake, R.E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks (CA) : Sage Publications.

Sunny Cooper, S. (s.d.) *John FLAVELL : Metacognition Theory*. En ligne http://www.lifecircles-inc.com/Learningtheories/constructivism/flavell.html, consulté en août 2012.

Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Logiques.

Taurisson, A. (1990). *Les gestes de la réussite en mathématiques à l'école élémentaire*. Montréal : Agence d'ARC.

Touchard, E. (2009). *La résolution de problème, cycles 2 et 3*. En ligne sur le site de l'académie de Grenoble
http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL_PB_Pour_le_site_G4_SEPT_2011.pdf
Consulté le 27 juin 2014.

Vergnaud, G. (1992). Qu'est-ce que la didactique ? En quoi peut-elle intéresser la formation des adultes peu qualifiés ? *Revue Éducation permanente, 111*, 19-31.

Vermersch, P. (1999). Pour une psychologie phénoménologique. *Psychologie Française 44* (1), 7-18.

Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : de Bœck.

Weber, (1986). The nature of Interviewing. *Phenomenology + Pedagogy, 4*, 65-72.

Yin, R.K. (1984). *Case Study Research : Design and Methods*. Berverly Hills (CA) : Sage Publications.

Yin, R.K. (1994). *Case Study Research : Design and Methods* (2è éd.). Thousand Oaks (CA) : Sage Publications.

Yin, R.K. (2003). *Case Study Research : Design and Methods* (3è éd.). Thousand Oaks (CA) : Sage Publication.

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Isabelle PIC ép. NORMAND

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université de Nantes
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

École doctorale : Cognition, éducation, interaction

Discipline : Sciences de l'éducation
Unité de recherche : CREN, EA 2661

Soutenue le 4 novembre 2016

Comprendre la réussite des élèves en situation de résolution de problèmes arithmétiques d'application, l'apport de l'articulation entre la gestion mentale et la métacognition.

Annexes

JURY

Rapporteurs :	**Jean-Yves LÉVESQUE,** Professeur, Université du Québec, Rimouski **Line NUMA-BOCAGE**, Professeur des universités, Université de Cergy Pontoise – ESPE
Examinateur :	**Britt-Mari BARTH,** Professeur, ISP – Faculté d'éducation – Institut Catholique de Paris
Directeur de Thèse :	**Jean-Pierre GATÉ,** Professeur, Université Catholique de l'Ouest, Angers
Co-directeur de Thèse :	**Magali HERSANT**, Professeur des universités, Université de Nantes
Co-encadrant de Thèse :	**Loïc PULIDO**, Professeur, Université du Québec, Chicoutimi

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Isabelle PIC ép. NORMAND

Comprendre la réussite des élèves en situation de résolution de problèmes arithmétiques d'application, l'apport de l'articulation entre la gestion mentale et la métacognition.

Understanding the pupils' success in solving arithmetical problems of application, the contribution of mental management and metacognition used together.

Résumé

Alors que les tendances actuelles orientent l'intérêt du chercheur vers les difficultés des élèves dans le but de les aider, ce travail se préoccupe de la réussite – en mathématiques – dont font preuve certains apprenants. Si cette discipline met en déroute un grand nombre d'individus d'autres excellent en la matière. Les recherches à propos de réussite (en didactique des mathématiques mais pas seulement) avancent des hypothèses explicatives relatives à la conation, au dépassement d'obstacles, à la mise en œuvre de stratégies d'apprentissage efficaces mais ces réponses ne restent que partiellement satisfaisantes pour les professeurs. En visant la conscientisation de leurs fonctionnements mentaux par les élèves, les approches de la métacognition et de la gestion mentale peuvent éclairer le phénomène de réussite observé. Deux séries de six dialogues pédagogiques ont donc été menées auprès de six apprenants « réussissant » sur une activité de résolution de problèmes arithmétiques d'application – catégorie particulièrement mobilisée en classe – pour découvrir les procédures utilisées. L'analyse des entretiens par la métacognition et la gestion mentale a montré un certain nombre d'invariants dans le fonctionnement mental de ces élèves (sur les métaconnaissances, la mise en place des habiletés métacognitives, l'activité évocative, la mise en projet, les gestes mentaux mobilisés), suggérant l'élaboration d'un « profil de réussite en mathématiques ». Par l'articulation de ces deux approches, la recherche permet d'apporter une meilleure compréhension des mécanismes mentaux utilisés pour réussir en résolution de problèmes arithmétiques d'application.

Mots clés
Didactique des mathématiques, métacognition, pédagogie, gestion mentale, résolution de problèmes arithmétiques d'application, réussite.

Abstract

Though researchers currently tend to focus on the pupils' difficulties in order to help them out, this work concentrates on the success some learners encounter, in mathematics. If this subject deters a large number of individuals, others excel at it nonetheless. The studies that try to explain their success (in mathematics didactic, but not exclusively) offer hypotheses linked with conation, overcoming of obstacles and implementing efficient learning strategies but the teachers are only partially satisfied by those answers. Metacognition and mental management prompt the pupils to become aware of their mental functioning and could by their approach enlighten the phenomenon of success that is observed. Two series of six educational dialogues have been carried out with six “successful” learners. They had to solve arithmetical problems of application – which is a very common category at school – in order to bring out the procedures they used. The analysis of those interviews through metacognition and mental management showed quite a number of invariants in the mental functioning of those pupil – concerning metacognitive knowledge, the setting up of metacognitive skills, evocative activity, assertion of intention, mental gestures – and would suggest the elaboration of a “ mathematics-successful profile”. By connecting and using those two approaches, research can bring a better understanding of the mental mechanisms used to succeed in solving arithmetical problems of application.

Key Words
Didactics of mathematics, metacognition, pedagogy, mental management, solving arithmetical problems of application, success.

L'Université Bretagne Loire

Sommaire des annexes

Annexe 1 : Guide des composantes et des questions métacognitives (Giasson, 1990 ; King, 1990a, 1990b, 1994, 2005 ; Richer et al., Schraw, 1998) tableau issu de la thèse de Reulier (2012, p.51).

Composantes métacognitives	Sous-composantes métacognitives	Exemples de questions métacognitives internes
Connaissances métacognitives	La personne	Quelles sont les qualités que je possède et qui vont m'aider à bien comprendre ce texte ? Quelles sont les difficultés je pense rencontrer lors de la lecture de ce texte ?
	La tâche	Avant de lire ce texte, est-ce que je comprends la tâche que j'ai à effectuer ? Quelles en sont les caractéristiques ?
	Les stratégies	Quelles stratégies me paraissent les plus efficaces face à ce type de texte ?
Habiletés métacognitives	Planification	Quelle est la nature de la tâche ? Quel est mon objectif ? Comment vais-je m'y prendre pour commencer la lecture de ce texte ? De quel type d'informations et de stratégies ai-je besoin ? Combien de temps et de ressources ai-je à ma disposition ?
	Surveillance	Est-ce que j'ai une compréhension claire de ce que je lis ? Est-ce que je me suis posé des questions pendant que je lisais ? Suis-je en train d'atteindre mon objectif ? Est-ce que je me suis rendu compte qu'à un moment donné je ne comprenais pas le texte ? Pourquoi ai-je procédé ainsi et pas d'une autre manière ?
	Régulation	Dois-je apporter des modifications dans ma manière de lire ? Comment ai-je réussi à comprendre ce que je ne comprenais pas ?

Annexe 2 : Consignes des treize exercices de mathématiques rédigés sur le cahier du jour et dont le nombre d'erreurs par élève figure dans le tableau 4.

1) <u>Numération</u>.

Je décompose : $40003600 = \cdots + \cdots + \cdots$

Je recompose : $7000000000 + 50000000 + 60000 + 900 = \cdots$

Je range dans l'ordre croissant : $960999/1000000/990990/690000$

2) <u>Je pose et je calcule</u>.

$58946 - 30605$ $\quad$ $35183 - 2916$

$340807 - 68797$ $\quad$ $300000 - 189234$

3) <u>Je complète des fractions</u>.

- $\frac{1}{4} < ou > ou = \frac{1}{10}$
- $\frac{3}{6} < ou > ou = \frac{1}{3}$
- $\frac{7}{2} < ou > ou = 1$
- $\frac{1}{2} = \frac{?}{4}$
- $\frac{5}{10} = \frac{?}{100}$
- $\frac{1}{4} = \frac{?}{8}$
- $\frac{15}{10} = \frac{?}{10} + \frac{?}{10} = .,.$
- $\frac{170}{100} = \frac{?}{100} + \frac{?}{100} = .,..$
- $1 = \frac{?}{3}$
- $1 = \frac{4}{?}$
- $2 = \frac{?}{2}$
- $3 = \frac{?}{10}$
- $\frac{7}{3} = \frac{?}{3} + \frac{?}{3} = \cdots + \frac{?}{3}$

4) <u>J'utilise des fractions et des décimaux</u>.

- Treize millièmes $= \frac{?}{?} = .,...$
- Deux centièmes $= \frac{?}{?} = .,..$
- $0{,}21 = \frac{?}{?}$
- $0{,}088 = \frac{?}{?}$
- $4{,}05 = \frac{?}{?}$
- $\frac{77}{10} =.,.$
- $\frac{801}{100} =.,..$
- $\frac{603}{1000} =.,...$
- $\frac{20}{10} = \frac{?}{100}$
- $7{,}4 < ou > ou = 07{,}400$
- $4,... < 4{,}56 < 4,...$
- $2,. < 2{,}64 < 2,.$
- $2{,}59 = 2 + .,. + .,.$

5) <u>Je pose et je calcule</u>.

425×24 $\quad$ 3614×34

639×53 $\quad$ 4372×39

6) Je complète des puissances.

- $(7 \times 10^5) + (2 \times 10^2) = (\ldots \times \ldots) + (\ldots \times \ldots) = \cdots + \cdots = \cdots$
- $2005000 = \cdots + \cdots = (\ldots \times \ldots) + (\ldots \times \ldots) = (\ldots \times 10^{\cdots}) + (\ldots \times 10^{\cdots})$
- $(3 \times 3) \times 10^3 = (\ldots \times \ldots) = \cdots$
- $9 \times 10^2 < ou > 1 \times 10^3$
- $7 \times 10^4 < ou > 2 \times 10^6$
- $8 \times 10^5 < ou > 3 \times 10^9$

7) Je fais des calculs sur les masses.

$5T + 60Q + 300kg = \cdots T$

$0{,}3kg + 400g + 3hg = \cdots kg$

$600mg + 5g + 2dg = \cdots mg$

$2T - 2000kg = \cdots kg$

$5{,}3kg - 1300g = \cdots g$

8) J'effectue des calculs sur les durées.

$2h = \cdots mn$

$4mn = \cdots sec$

$62mn = \cdots h \ldots min$

$70sec = \cdots min \ldots sec$

$3601sec = \cdots h \ldots sec$

$3662sec = \cdots h \ldots min \ldots sec$

$49h = \cdots j \ldots h$

$90min = \cdots h \ldots min$

$122min < ou > ou = 2h$

$181sec < ou > ou = 3min$

$2h49min20sec + 1h10min40sec = ?$

$2h20min20sec - 0h49min50sec = ?$

$1h\ 56min\ 6sec = \cdots sec + \cdots sec + \cdots sec = \cdots sec$

9) Je fais des calculs sur les longueurs.

$9{,}4dm = \cdots cm = \cdots m = \cdots mm$

$8km < ou > ou = 83hm$

$0{,}5km < ou > ou = 5hm$

$500m + 5hm = \cdots km$

$60cm + 500cm = \cdots m$

$9mm + 3mm = \cdots cm$

$5{,}2dam = \cdots m$

$6{,}65m = \cdots cm$

$3hm\ 6dam = \cdots hm$

$32cm\ 1mm = \cdots cm$

$1mm\ 9cm = \cdots m$

10) Je pose et je calcule.

$730 \div 30$

$918 \div 20$

$643 \div 41$

$906 \div 22$

11) Je complète des fractions et des décimaux.

- $\frac{7}{10} \ldots 1$
- $\frac{5}{3} \ldots 1$
- $\frac{8}{4} \cdots \frac{4}{2}$
- $0{,}7 \ldots 0{,}699$
- $\frac{235}{100} = \frac{?}{?} + \frac{?}{?} = \cdots$
- $0{,}034 = \frac{?}{?}$
- $3 + 0{,}6 + 0{,}002 = \cdots$
- $1{,}342 = . + . , . + . , . . + . , \ldots$
- $. , . < 1{,}35 < . ,,$
- $. , \ldots < 3{,}69 < . , \ldots$

12) Je pose et je calcule.

$8546 \div 20$ $\quad 5544 \div 22$ $\quad 820 \div 30$

$1122 \div 51$ $\quad 1454 \div 40$ $\quad 317 \div 41$

$352 \div 11$

13) Je complète des masses.

$300kg = \cdots Q$ $\qquad 3000kg + 2T = \cdots T$

$200kg = \cdots T$ $\qquad 200kg + 0{,}3T = \cdots Q$

$1T - 500kg = \cdots kg$ $\qquad 1kg - 700g = \cdots g$

$6dg = \cdots dag$ $\qquad 1T\ 6kg = \cdots kg$

$1g\ 7dg = \cdots g$ $\qquad 3kg\ 5dag = \cdots kg$

Annexe 3 : Évaluation de l'enseignant.

Nom : ....

Evaluation de raisonnement mathématique
cycle 3 – année 3 –

Compétences disciplinaires visées :

- résoudre une situation relevant de la division	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
- résoudre une situation relevant des longueurs	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
- résoudre une situation relevant des masses	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
- présenter clairement ses solutions	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**

1 – Une famille de 5 personnes part en voyage dans les DOM-TOM. Le coût total du voyage est de 21 000 euros et la durée du séjour est de 4 semaines.
- Quel est le prix du séjour pour **une personne** ?
- A combien revient **une semaine** pour chaque participant ?
- Combien coûte **une journée** par personne ?

2 – Ce matin, un sportif court sept fois autour d'un stade de 400 m de long. La veille, il a couru 22 hm.
- Quelle distance a-t-il parcourue ce matin, en m ? en hm ?
- Quelle distance a-t-il parcourue en deux jours, en hm ? en km ?

3 –Pour aller au lycée, Eric prend matin et soir son scooter et parcourt 2 000 m de route, 30 hm de circuit balisé et 1 km en centre-ville.
- Quelle distance parcourt-il à chaque trajet, en km ?
- Quelle distance parcourt-il par jour, en km ?

4 – Une entreprise se fait livrer 2 000 kg de sable et 30 sacs de ciment de 50 kg **chacun**.
- Quelle est la masse totale reçue par l'entreprise, en kg ? en T ?

5 – Un wagon a un chargement de 11 tonnes. On décharge 30 caisses de 100 kg **chacune** et un bloc de 50 quintaux.
- Quelle masse de marchandises a été déchargée, en kg ? en Q ? en T ?
- Quelle masse de marchandises reste-t-il à déposer sur les quais, en T ?

1

Annexe 4 : Retranscription des entretiens et premiers éléments d'analyse.

1. Première série de dialogues pédagogiques avec les élèves

Tâche : Relecture du 3ème problème présenté sur une fiche de problèmes distribuée aux élèves précédemment afin qu'ils expliquent ce qui s'est passé dans leur tête pendant sa résolution. (Les 3 problèmes étaient les suivants :

1 – Pour aller au collège l'année prochaine, je marcherai 3 hm dans la rue puis je monterai dans le bus pour parcourir 8 km, et il me restera 100 m à effectuer à pied pour arriver à la porte de l'établissement.

- *Quelle distance devrai-je parcourir à chaque trajet en hm ? en km ?*
- *Quelle distance devrai-je parcourir chaque jour en km, sachant que je resterai à la cantine le midi ?*

2 – Pour préparer une tarte, tu as besoin d'une pâte de 200 gr, de 8 hg de pommes et de 20 dag de compote.

- *Quelle est la masse de la tarte en g ? hg ? kg ?*
- *Si tu coupes cette tarte en 6 parts égales, quelle sera la masse de chaque part, en g ? en dag ?*

3 – Un groupe d'amis part en vacances pour visiter une région française. En calculant leurs dépenses, ils observent que le trajet leur a coûté 640€, la nourriture 200€ et les visites 320€.

- *Sachant qu'ils sont 8 amis, quel est le prix du voyage pour une personne ?*
- *Sachant que leurs vacances ont duré 5 jours, à combien revient une journée de vacances pour chaque ami ?)*

1.1. Eugénie

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Nous allons travailler sur l'exercice 3, tu vas le relire, après tu vas relire tes réponses et tu vas essayer de te rappeler comment tu as fait dans ta tête pour trouver ces réponses.	Présentation de la tâche à l'élève.
2	E : Ok.	
3	I : Après je te poserai des questions : je te demanderai comment tu as fait pour obtenir cette réponse-là. L'objectif est que tu prennes conscience, que tu arrives à voir comment est-ce que tu as fait pour faire l'exercice, et ça peut resservir après pour d'autres exercices en maths ou en français ou autres…	
4	E : D'accord.	
5	I : Donc vas-y, je te laisse lire tranquillement et quand tu penses que tu es prête tu me dis.	
6	E : *Elle se met en situation de tâche puis au bout d'un moment :* C'est bon.	
7	I : Alors, comment est-ce que tu as fait dans ta tête pour résoudre le problème n°3 ?	
8	E : Pour la 1ère question j'ai additionné les 3 nombres et j'ai divisé par 8, j'ai trouvé 145. Et pour la 2ème j'ai pris 145 que j'avais trouvé pour la 1ère et j'ai divisé par 5.	
9	I : Alors comment est-ce que tu as su dans ta tête qu'il fallait que tu additionnes les trois premiers nombres ?	
10	E : Euh, parce que le voyage en tout il a coûté ça donc il faut additionner tout pour savoir le prix.	Geste de réflexion : évocation de l'addition qui montre un retour dans la bibliothèque mentale de l'élève vers cet acquis mémorisé.
11	I : Pour savoir le prix il faut tout additionner tu m'as dit…	
12	E : … pour avoir le total.	

13	I : Tout à fait, et est-ce que pour ça tu as vu des images du voyage, est-ce que tu t'es représenté ça dans ta tête sous forme de film, est-ce que tu t'es parlé, est-ce que tu as vu des chiffres s'afficher dans ta tête, est-ce que tu as imaginé des mouvements ?...	
14	E : Euh non, pas trop…	
15	I : Pas trop, alors comment est-ce que tu fais dans ta tête quand tu as un énoncé de problème ?	
16	E : Euh bah j'essaye de le comprendre en premier.	Le geste de compréhension semble être mobilisé d'après le verbe utilisé par l'élève.
17	I : Et comment est-ce que tu fais pour comprendre ?	
18	E : Ben je lis l'énoncé, et… *silence*… je lis les questions et puis après j'essaye de comprendre et je comprends.	Habileté métacognitive de planification : description d'étapes à effectuer pour résoudre le problème.
19	I : Tu comprends, oui j'ai vu qu'en général tu comprenais vite ! Mais quand tu lis un énoncé, qu'est-ce que ça t'évoque ? Est-ce que c'est comme quand tu lis une histoire ?	
20	E : Pas trop… C'est un problème…	
21	I : C'est un problème. Et qu'est-ce qui te vient dans ta tête ?	
22	E : Euh… ben les calculs.	Connaissances métacognitives sur la tâche : Eugénie sait qu'il lui faudra effectuer une opération pour trouver la solution.
23	I: Les calculs. Et tu ne te représentes pas du tout la scène ?	
24	E : Si !	
25	I : Alors tu te la représentes comment ?	
26	E : Euh… *Silence*. Je vois les huit amis.	Présence d'évocation visuelle (utilisation du verbe *voir*) qu'il faudra vérifier. En s'imaginant la scène, Eugénie se la représente mentalement et est dans une activité de planification.

27	I : Tu les vois comment ?	
28	E : Ben… en les imaginant !	
29	I : Oui, mais est-ce que tu les vois vraiment (des gens habillés d'une certaine façon par exemple), ou est-ce que ce sont plutôt des silhouettes, ou autre ?	
30	E : Ce sont des silhouettes plutôt, enfin des gens, normal.	Confirmation d'évocations visuelles avec ce détail des silhouettes.
31	I : Ce sont des gens que tu connais ?	
32	E : Non.	
33	I : Donc tu ne fais pas partie de l'image que tu te représentes ?	
34	E : Non.	Plutôt témoins de sens puisque Eugénie semble se sentir extérieur à la scène.
35	I : Très bien. Et que font-ils ces gens-là ?	
36	E : Et bien ils sont en voyage et puis ils mangent, ils dorment, ils s'amusent.	Description d'une successivité d'étapes qui laissent penser que le lieu de sens serait situé dans le temps.
37	I : D'accord, et est-ce que tu les vois faire tout ça ou est-ce que tu vois juste huit silhouettes qui ne bougent pas ?	
38	E : Non je les vois faire tout ça.	Evocations visuelles d'après le verbe *voir*.
39	I : Tu les vois faire tout ça, d'accord. Et tu les vois faire tout ça d'un coup, c'est-à-dire que tu as une image plutôt globale de la scène, ou est-ce qu'ils font les choses successivement, d'abord une certaine activité, puis une autre, etc ?	
40	E : Moi c'est plutôt global.	L'élève évoque une globalité alors que ses réponses semblent indiquer le contraire.
41	I : Plutôt global, d'accord.	
42	E : Oui.	
43	I : Et ça se passe comment, c'est une seule image qui te vient ?	
44	E : Non à la suite, d'abord ça, puis ça, ça et ça… (*en mimant avec ses mains*)	Confirmation d'une certaine linéarité d'après les connecteurs temporels.
45	I : Ils font ces choses séparément ?	

46	E : Oui séparément.	
47	I : Séparément. Et dans un ordre précis ou pas du tout ?	
48	E : Pas du tout. Enfin le jour ils font les visites, ils mangent et tout ça, et puis la nuit ils dorment.	Le lieu de sens privilégié semble être le temps de par la chronologie des actions citées.
49	I : D'accord. Essaye de me décrire ce que tu vois dans ta tête du coup, car si j'ai bien compris tu m'as dit que tu voyais des images.	
50	E : Ben je les vois avant de partir qui disent moi je vais payer ça, toi tu vas payer ci, après qui partent en avion et puis qui s'amusent.	Evocation auditive ou verbale semble-t-il (verbe *dire*), en plus d'évocation visuelle (verbe *dire*) et de linéarité (connecteurs temporels).
51	I : D'accord. Et donc ils parlent ces gens-là ?	
52	E : Euh, oui.	Présence d'évocation auditive ou verbale (verbe *parler*).
53	I : Tu les entends parler ?	
54	E : Euh non, j'imagine dans ma tête.	
55	I : Tu imagines une voix qui raconte l'histoire ?	
56	E : Heu oui !	Témoin de sens : la voix qui raconte n'a pas l'air celle d'Eugénie.
57	I : Et c'est ta voix ou ce n'est pas ta voix ?	
58	E : Euh non ce n'est pas la mienne parce que c'est un groupe d'amis.	L'hypothèse du témoin de sens semble se confirmer, il s'agit bien d'une autre voix.
59	I : C'est intéressant ce que tu me racontes. Et du coup si j'ai bien compris tu les vois successivement ?	
60	E : Oui.	
61	I : Tu n'as pas une seule image générale de tout en même temps ?	
62	E : Non.	
63	I : Pour comparer avec l'exercice d'avant, tu te rappelles, il s'agissait de préparer une tarte avec une pâte, des pommes et de la compote. Dans ce cas là comment tu t'imaginais la scène ?	

64	E : Ben je verrai la dame qui lit d'abord ce qu'il faut faire. Et puis après qui prend sa… comment ça s'appelle, un pesoir (*rire*) ?	Linéarité de par la succession des images mentales décrites et les connecteurs temporels.
65	I : Sa balance.	
66	E : Oui, et qui pèse pour avoir exactement ce qui est demandé, et après qui mélange. Et pour savoir combien de poids fait sa tarte, elle additionne.	Lieu de sens dans le temps (connecteur temporel).
67	I : D'accord, donc elle fait les choses dans l'ordre si j'ai bien compris. Tu n'imagines pas une tarte toute faite que tu pèserais après, tu vois les choses se faire bien dans l'ordre.	
68	E : Oui.	
69	I : En fait, comme dans le problème qui concerne les vacances, tu vois les choses l'une après l'autre.	
70	E : Oui.	
71	I : D'accord, c'est très intéressant ce que tu me dis. Tu m'as dit aussi que ce n'était pas toi l'actrice, tu ne te vois pas dans les images.	
72	E : Non, jamais.	Témoin de sens : Eugénie est extérieure aux images qu'elle se donne de la scène.
73	I : Et quand tu entends une voix parler, quand tu imagines qu'il y a une voix qui parle ce n'est jamais la tienne non plus.	
74	E : Non.	Eugénie semble évoquer en 3ème personne puisque c'est une voix extérieure qui « parle ».
75	I : Donc j'ai compris. Très intéressant. En classe j'ai observé que tu étais souvent très rapide pour faire les problèmes.	
76	E : Peut-être, je pense, par rapport aux autres oui.	Connaissance métacognitive sur les autres : Eugénie se sait plus rapide que ces derniers.
77	I : Tu finis souvent parmi les premiers. Qu'est-ce qui se passe dans ta tête pour que tu trouves le résultat aussi vite ?	
78	E : Je comprends plus vite que les autres et… peut-être que je tape plus vite sur ma calculette… mais ça m'étonnerait !	

79	I : Est-ce que tu cherches plusieurs manières de faire le problème ou est-ce que tu vois tout de suite une solution que tu calcules puis tu passes à la suite, ou autre ?	
80	E : Moi je prends la plus rapide, celle qui me vient tout de suite dans la tête, puis après je la calcule.	Eugénie chercherait-elle des similitudes avec des évoqués mémorisés si elle choisit une méthode parmi plusieurs ? Connaissance métacognitive sur elle-même : elle sait qu'elle choisit ce qu'il y a de plus rapide.
81	I : Est-ce que tu imagines d'autres possibilités ?	
82	E : Non.	
83	I : Donc tu n'en vois qu'une seule que tu calcules puis tu passes à la suite.	
84	E : Oui.	
85	I : D'accord. Tu m'as dit par exemple que tu avais additionné tous les montants pour avoir un prix total, et comment est-ce que tu savais qu'il fallait diviser par huit ?	
86	E : Parce qu'il y a huit personnes et que c'est le prix total, ils ont demandé pour une personne, donc si on veut avoir le prix pour une personne il faut regarder pour huit personnes et après diviser par huit pour partager.	Evocation verbale avec la reformulation de l'énoncé. Geste de réflexion sur la division : en évoquant le sens de la division Eugénie serait-elle dans l'explication ?
87	I : Tu partages, d'accord. Tu as compris le sens de la division.	
88	E : Oui.	
89	I : D'accord. Et en général tu préfères trouver la solution toute seule ou tu aimes bien avoir quelqu'un qui te l'explique ?	
90	E : Moi je préfère trouver toute seule.	Hypothèse d'un projet de sens d'être avec les choses : l'élève semble plus à l'aise seule.
91	I : Tu n'aimes pas quand des gens viennent t'expliquer ?	
92	E : Non.	

93	I : D'accord. Et quand l'énoncé est un peu plus dur ?	
94	E : Plus dur… Souvent avec monsieur B. on lit d'abord ensemble et puis après on fait donc on comprend.	
95	I : Tu comprends toujours en fait ?	
96	E : Oui.	
97	I : Et pour quelque chose qui serait vraiment compliqué, tu préférerais vraiment travailler toute seule le plus possible avant de demander de l'aide ou pas ?	
98	E : Je préfère travailler seule je pense.	Le projet de sens d'être avec les choses se confirme avec la répétition des termes *travailler seule*.
99	I : D'accord. Et est-ce que tu aimes bien aller expliquer aux autres ?	
100	E : Oui.	
101	I : Et comment tu aides les autres ?	
102	E : Je leur donne des conseils et je leur dis les opérations qu'il faut faire.	
103	I : Tu leur dis directement ?	
104	E : Non je leur donne d'abord des conseils.	
105	I : D'accord. Et qu'est-ce que tu aurais pu leur donner comme conseils par exemple pour le problème n°3 ?	
106	E : Euh… *Silence*. Je leur aurais d'abord demandé comment ils auraient pu faire.	
107	I : Oui.	
108	E : Et après je leur aurais dit : un groupe d'amis prend des vacances et paye d'abord ensemble le total, c'est-à-dire le trajet, la nourriture et les visites. Après je leur aurais demandé comment ils ont fait… Enfin je ne sais pas trop…	
109	I : Tu ne sais pas trop. Mais tu aimes bien leur expliquer ?	
110	E : Oui.	
111	I : Et tu essayes quand même de leur raconter l'histoire ou tu t'intéresses plutôt aux calculs et résultats ?	
112	E : Aux calculs et résultats.	

113	I : D’accord. Tu essayes de leur faire faire eux-mêmes les calculs ou tu leur donnes et ils trouvent les résultats seuls ?	
114	E : Je leur dis l’opération et ils trouvent.	
115	I : Ok. Et toi quand tu fais ton problème de maths, est-ce que tu t’intéresses plutôt au résultat que tu anticipes par exemple, ou est-ce que tu travailles petit à petit ?	
116	E : D’un coup, enfin je fais le minimum.	Ce *minimum* pourrait évoquer un projet de finalité ou de moyens.
117	I : Tu fais le minimum, vas-y explique-moi.	
118	E : C’est-à-dire, ici (*montrant l’énoncé du problème*) on pourrait d’abord diviser 640, diviser 200, diviser 320 par 8, et après tout additionner, mais moi je préfère d’abord tout additionner puis diviser le tout.	Eugénie semble privilégier l’obtention du résultat et semble donc privilégier un projet de sens de finalité.
119	I : Donc tu cherches à aller le plus vite possible si j’ai bien compris.	
120	E : Oui.	
121	I : D’accord. Et ce qui t’importe c’est d’aller très très vite ou tu prends ton temps pour trouver le résultat ?	
122	E : Euh… ce n’est pas d’aller vite, c’est trouver le résultat moi que j’essaye.	
123	I : Ok. Mais tu arrives toujours à travailler rapidement !	
124	E : Euh… je ne me dépêche pas pourtant !	
125	I : Tu ne te dépêches pas spécialement.	
126	E : Non.	
127	I : Tu essayes de travailler vite et bien.	
128	E : J’essaye de faire tout bien, et si possible vite.	Hypothèse d’un projet de sens de recordman d’après cette volonté de rapidité et d’efficacité.
129	I : D’accord, très intéressant. *Silence*. Que peux-tu me dire d’autre sur ta façon de faire un problème dans ta tête ?	
130	E : Euh… Je ne sais pas. Euh, ben ça dépend lequel.	

131	I : Qu'est-ce que tu cherches en priorité à faire quand tu as un problème ? Quand tu lis ton énoncé, qu'est-ce qui te vient tout de suite dans la tête ?	
132	E : Qu'est-ce qu'il faut faire comme opération.	Aller retour dans la bibliothèque mentale pour chercher les opérations qu'elle connaît : geste de réflexion.
133	I : D'accord.	
134	E : Et après trouver le résultat.	
135	I : D'accord. Le résultat…	
136	E : … je le fais en dernier.	
137	I : Et comment est-ce que tu sais quelle opération il faut faire ?	
138	E : Euh… ça vient tout seul !	
139	I : Cela veut dire que tu sais à quoi sert telle opération ?	
140	E : C'est ça !	
141	I : Une multiplication ça pourrait servir à quoi par exemple ?	
142	E : Si l'on sait pour une personne le prix mais qu'on ne sait pas pour tout le monde, on multiplie…	L'évocation du sens de la multiplication suggère un projet de sens d'explication. Connaissance métacognitive sur les stratégies : Eugénie connaît l'utilité de la multiplication.
143	I : D'accord, donc en fait tu te sers du sens du texte pour trouver l'opération que tu vas faire.	
144	E : Oui.	
145	I : D'accord. Et quand tu penses à une opération, est-ce que tu la vois, est-ce que tu te la parles, est-ce tu l'entends, est-ce que tu l'imagines bouger ?...	
146	E : Euh, j'imagine que c'est « ça plus ça » et puis qu'après je vais calculer !	
147	I : Oui. Tu m'as dit « ça plus ça », donc là tu penses à une addition…	
148	E : …ou « ça multiplié par ça », ou « ça divisé par ça » ou…	
149	I : Et là tu n'as pas d'images, tu ne vois pas du tout l'opération ?	
150	E : Non.	

151	I : Est-ce que tu te la dis dans ta tête ?	
152	E : Oui.	Evocations verbales si Eugénie « se parle » dans sa tête.
153	I : Est-ce que c'est toi qui te la dis dans ta tête ou est-ce que c'est une voix ?	
154	E : C'est <u>moi</u>.	Evocation en $1^{ère}$ personne : pronom personnel *moi*.
155	I : D'accord, et tu la dis comment ?	
156	E : Euh… si on veut dire 100 divisé par 4, ben <u>je dirais</u> ça dans ma tête <u>et puis après</u> je trouverais 25.	Aller-retour dans la bibliothèque mentale à propos de résultats de calcul mental connus : geste de réflexion. Evocations verbales en $1^{ère}$ personne (*je*). Temps (connecteurs temporels).
157	I : D'accord, et comment est-ce que tu fais pour trouver le résultat dans ces cas là ?	
158	E : <u>Je</u> fais « divisé par 2 », et 50 divisé par 2 ça fait 25.	Evocation en $1^{ère}$ personne (*je*). Connaissance métacognitive sur les stratégies avec la mobilisation d'acquis mémorisés.
159	I : D'accord, donc en fait tu essayes de trouver des astuces ?	
160	E : Oui mais 100 divisé par 4 c'est plutôt facile !	
161	I : Oui mais il y a parfois des calculs plus compliqués que tu trouves tout de suis aussi !	
162	E : Comme quoi ?	
163	I : Tu sais sur l'ardoise, parfois vous faites des exercices de calcul mental. Par exemple euh 44 divisé par 4 ?	
164	E : ça fait 11 ?	
165	I : Oui, et comment tu fais dans ta tête ?	
166	E : Ben je connais la table de 11 !	Aller-retour dans la bibliothèque mentale sur des résultats connus : geste de réflexion.

167	I : Tu connais la table de 11 ! Quand tu as une opération dont tu ne connais pas la table… On va prendre un exemple, une addition : 48 + 37. Comment tu fais dans ta tête ?	
168	E : Je fais d'abord 8 + 7, ça fait 15, donc 5 et je retiens 1… Et, euh… c'est combien plus combien ?	Evocations verbales en 1ère personne : description orale de sa façon de faire.
169	I : 48 + 37.	
170	E : Euh, après je fais 4 + 3 + 1, ça fait 85.	
171	I : D'accord. Et là tu te l'es parlée l'addition.	
172	E : Euh, ouai.	Evocation verbale : Eugénie semble se « parler ».
173	I : Dans ta tête c'étaient des mots qui venaient, ce n'étaient pas des images ?	
174	E : Non, ce n'était pas des images.	
175	I : C'était toi qui parlais.	
176	E : Oui.	Evocation verbale : l'élève se parle dans sa tête.
177	I : Et tu faisais d'abord les unités et ensuite les dizaines, tu n'as pas cherché un résultat global ni utilisé des petites astuces ?	
178	E : Non.	
179	I : D'accord. Et quand tu fais des problèmes de raisonnement, est-ce que tu anticipes le résultat en faisant des calculs dans ta tête ?	
180	E : Pas du tout.	Eugénie n'anticipe pas le résultat (à noter pour l'habileté métacognitive de régulation).
181	I : Pas du tout. Tu penses à ton calcul, tu te dis il faut que je fasse telle opération et après tu la fais à la calculette et puis tu notes le résultat. C'est ça ?	
182	E : C'est ça.	
183	I : Est-ce que tu as autre chose à me dire sur cette façon de faire ?	
184	E : Non.	

185	I : Donc si je résume, quand tu lis un problème, tu l'imagines vaguement avec des images, tu vois les gens sous forme de silhouettes, c'est un peu flou comme image ?	
186	E : Euh, oui.	Evocations visuelles vagues de l'énoncé.
187	I : Ce n'est pas une situation précise comme une photo.	
188	E : Non.	
189	I : Et est-ce que ces images elles bougent ou est-ce qu'elles sont fixes ?	
190	E : Elles <u>bougent</u>.	Evocations de mouvement d'après le verbe *bouger*.
191	I : C'est un film ?	
192	E : Non c'est plutôt des gens qui <u>parlent</u>.	Evocations auditives : verbe *parler*.
193	I : D'accord. Ils parlent donc tu les entends parler.	
194	E : Euh ben j'imagine dans ma tête.	
195	I : Et en fait ils disent ce qu'ils font et c'est ça qui va te permettre de trouver l'opération que tu vas faire.	
196	E : Oui.	
197	I : C'est ça ?	
198	E : Oui.	
199	I : Et après l'opération tu l'imagines dans ta tête avec des mots.	
200	E : Oui.	Evocation en 1ère personne : l'élève évoque l'opération avec ses propres mots.
201	I : Puis tu trouves la réponse et tu l'écris avec une phrase.	
202	E : D'accord.	
203	I : Et sinon, en général tu préfères travailler toute seule.	
204	E : Oui.	Projet de sens d'être avec les choses : l'élève préfère travailler seule.
205	I : Et d'ailleurs, admettons que tu aies une leçon et que tu aies besoin d'un renseignement. Est-ce que tu vas chercher plutôt chercher ta leçon ou plutôt demander à quelqu'un ?	

206	E : Euh, je vais regarder dans ma leçon.	
207	I : Donc si j'ai bien compris, tu aimes bien en priorité, tant que c'est possible, travailler toute seule. C'est ça ?	
208	E : Oui, c'est ça.	
209	I : Sinon, quand tu aides les autres, tu les aides à appliquer les calculs finalement.	
210	E : Oui.	
211	I : Tu ne leur expliques pas seulement la scène, tu essayes de leur donner en priorité le calcul à faire et après ils se débrouillent avec leur calculette.	
212	E : C'est ça.	
213	I : Très bien. Et quand tu lis un problème, tu m'as dit que tu avais des images un floues, est-ce que tu les imagines dans le futur ou dans le passé ?	
214	E : Dans le passé.	
215	I : D'accord. Est-ce que tu as quelque chose d'autre à me dire ?	
216	E : Non.	
217	I : Et bien je te remercie, on va s'arrêter là.	

1.2. Julie

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Je vais te redonner la feuille d'évaluation que tu as faite la semaine dernière, tu vas regarder l'exercice 3, tu vas relire l'énoncé, tu vas regarder ce que tu as fait, et tu vas essayer de te souvenir comment est-ce que tu as fait dans ta tête pour trouver le résultat. D'accord ?	Présentation de la tâche.
2	J : *Acquiescement de la tête.*	
3	I : Je vais te laisser un peu de temps pour le faire, quand tu seras prête tu me le diras, et après je te demanderai comment tu as fait dans ta tête. Le but pour toi et pour moi c'est que tu prennes conscience de la façon dont tu as procédé pour faire l'exercice car cela peut t'aider à réussir d'autres exercices, pas forcément en maths d'ailleurs. D'accord ?	
4	J : *Acquiescement, puis elle se concentre sur le problème. Au bout d'un moment :* J'ai trouvé.	
5	I : C'est bon ? Donc tu as eu la feuille d'évaluation la semaine dernière. Quand tu es arrivée à l'exercice 3, qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête ? Qu'est-ce que tu as fait dans ta tête ?	
6	J : Bah <u>j'ai additionné</u> les 3 chiffres pour savoir combien le prix du voyage coûte pour les huit personnes. Après, pour savoir pour une personne <u>j'ai divisé</u> par huit, et pour une journée, comme ils partent cinq jours, bah j'ai divisé 145 par 5.	Évocation des calculs effectués : geste de réflexion.
7	I : D'accord, et comment tu as eu l'idée, qu'est-ce qui t'a fait penser à additionner les trois montants ?	
8	J : Bah pour savoir en tout le prix du voyage.	Evocation du sens de l'addition : projet de sens d'explication.

9	I : D'accord, tu as fait la somme des dépenses. Et qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête : est-ce que tu as vu des choses, est-ce que tu as entendu des choses, est-ce que tu t'es parlée, est-ce que tu as senti des mouvements.	
10	J : *Silence*. Bah… je ne sais pas trop…	
11	I : En général, quand tu as un problème de mathématiques à résoudre, tu lis ton énoncé, et qu'est-ce qui te vient dans ta tête ?	
12	J : *Silence*.	
13	I : Est-ce que tu as des images ? Est-ce que tu te représentes la scène ? Ou est-ce que tu te racontes une histoire ? Est-ce que tu te parles ? Est-ce que tu te redis les nombres dans ta tête sans rien voir ? Est-ce que tu te fais un film ? Est-ce que tu as l'impression que c'est toi qui est en action ?	
14	J : Souvent je vois dans ma tête.	Images mentales visuelles : verbe *voir*. Représentation de la scène : habileté métacognitive de planification.
15	I : Tu vois dans ta tête, c'est intéressant. Qu'est-ce que tu vois dans ta tête ?	
16	J : Bah, je regarde la scène, comme s'ils partaient en vacances…	Evocations visuelles : verbe *regarder*.
17	I : D'accord, donc tu imagines un groupe d'amis qui part en vacances c'est ça ?	
18	J : Oui.	
19	I : Tu les vois ?	
20	J : Oui.	
21	I : Tu les vois comment ?	
22	J : Bah…	
23	I : Ce sont des images ?	
24	J : Oui.	
25	I : Est-ce que ce sont des gens qui bougent ou est-ce que ce sont des images fixes comme dans un livre ?	

26	J : Ce sont des gens qui bougent.	Précision sur les évocations visuelles qui semblent en mouvement d'après le verbe *bouger*.
27	I : Ce sont des gens qui bougent. Comme dans un film ?	
28	J : Oui.	
29	I : Est-ce que tu te comptes parmi ces gens qui bougent ? Est-ce que tu fais parti du voyage ? Est-ce que ce sont des gens que tu ne connais pas ? Est-ce que ce sont des gens que tu connais mais tu n'es pas avec eux ?	
30	J : Des gens que je ne connais pas.	Témoin de sens, Julie ne fait pas partie de la scène.
31	I : D'accord. Donc tu les vois, tu imagines la scène, et qu'est-ce tu vois d'autre ?	
32	J : Ben huit amis qui partent en vacances et qui font des dépenses.	
33	I : D'accord. Est-ce que tu les vois payer ou est-ce que tu vois ou fais autre chose dans ta tête ? Toutes les réponses sont bonnes je te rassure.	
34	J : Bah je les vois payer là et là et là.	Evocations visuelles (verbe *voir*) dans une successivité d'idées (mot *là* répété trois fois), mais ces dernières sont-elles ordonnées dans le temps ?
35	I : Tu imagines quoi dans ta tête ? Tu les vois payer quoi ?	
36	J : Ben ils partent en avion donc ils payent, après comme ils doivent manger ils payent, et après comme ils ne vont pas rester sans rien faire, ils vont faire des visites, et du coup ils vont payer aussi.	Les adverbes de temps suggèrent l'hypothèse d'un lieu de sens dans le temps.
37	I : D'accord, mais du coup comment est-ce que tu sais qu'il faut faire une addition ?	
38	J : Ben pour savoir tout ce qu'ils ont dépensé.	L'évocation du sens de l'addition amène au projet de sens d'explication. Cela peut correspondre aussi à une connaissance métacognitive sur les stratégies.

39	I : Très bien. Après tu m’as dit que tu divisais par huit parce qu’ils sont huit amis. Qu’est-ce qui te vient dans ta tête pour savoir ça ?	
40	J : Ben c’est comme si chacun des amis payait sa part à chaque fois.	
41	I : Et du coup tu te parles pour te dire ça ou tu vois encore des images ?	
42	J : *Silence*. Bah… Je pense, je parle…	Julie a-t-elle des évocations verbales (verbe *parler* suggestif) ?
43	I : Tu te parles et tu ne vois plus rien ?	
44	J : Non.	
45	I : D’accord. Et quand tu me dis que tu vois la scène, est-ce que c’est une scène que tu as déjà vue, ou quelque chose que tu imagines et va se passer un jour ?...	
46	J : Que j’imagine.	
47	I : Tu l’imagines dans le futur ? Elle n’est pas encore passée ?	
48	J : Oui c’est ça.	
49	I : Et pour les autres problèmes (le 1^{er} il fallait aller au collège et le $2^{ème}$ il fallait préparer une tarte), est-ce que tu t’es aussi imaginé la scène ?	
50	J : Oui.	
51	I : Et est-ce que tu imaginais aussi la scène dans le futur ou est-ce qu’elle était déjà passée ?	
52	J : Bah là c’était déjà passé.	
53	I : Donc tu t’adaptes à l’exercice. Qu’est-ce qui fait que c’est déjà passé ou que ça ne l’est pas ?	
54	J : Bah je pense à ce que j’ai fait des fois : et ça m’est déjà arrivé de faire des choses pareilles que dans l’exercice du problème.	Dans ce cas Julie s’identifie dans le problème et serait ainsi actrice de sens par moments.
55	I : D’accord, alors si je comprends bien, quand tu as déjà fait ces choses tu t’identifies au problème et dans ce cas là c’est déjà passé…	
56	J : Oui.	

57	I : Si tu n'as pas fait les choses tu te dis que tu pourrais les faire un jour et tu te projettes dans le futur.	
58	J : Oui.	
59	I : C'est ça, j'ai bien compris ?	
60	J : Oui.	
61	I : D'accord. Reprenons notre problème d'amis qui partent en vacances : est-ce que tu as pensé l'énoncé de manière progressive, c'est-à-dire que tu les aurais vu dans le temps, ils faisaient « ça ensuite ça ensuite ça » (*montrant l'énoncé*), ou est-ce que tout arrivait dans ta tête en même temps et que tu faisais un tri des informations ?	
62	J : Bah, <u>l'un après l'autre</u>.	Julie semble avoir trié les éléments du problème dans une certaine successivité : fonctionnement linéaire : lieu de sens dans le temps.
63	I : Donc tu les voyais d'abord à l'aéroport, et ensuite ailleurs, etc. ?	
64	J : Oui voilà.	
65	I : Et qu'est-ce que pourrais me décrire d'autre là-dessus ?	
66	J : *Silence*.	
67	I : Dans le problème de la tarte par exemple, est-ce que tu imaginais l'addition successive des ingrédients comme dans une recette : tu étales ta pâte, puis tu épluches tes pommes, etc. ? Ou est-ce que tu voyais directement la tarte toute prête dans ta cuisine ?	
68	J : Ben non c'est comme si je mettais <u>d'abord</u> la pâte, <u>après</u> les pommes…	Description placée dans le temps (connecteurs temporels).
69	I : L'un après l'autre…	
70	J : Oui.	
71	I : Pour le voyage tu m'as dit que tu avais fait d'abord l'addition, puis une première division, et une deuxième.	
72	J : Oui.	

73	I : Et tu as pensé ces opérations à la suite. Tu ne les as pas imaginées toutes d'un coup ?	
74	J : Non.	
75	I : Qu'est-ce que tu pourrais me dire d'autre sur ce qui se passe dans ta tête quand tu résous un problème ?	
76	J : *Silence*. Bah… Au début je lis, je pense à ce que je pourrais faire mais je n'écris pas toute de suite car des fois ce n'est pas bon. Je le relis et après j'écris.	Activité de planification : Julie prépare les étapes de résolution du problème.
77	I : D'accord. Tu me dis que tu écris, mais qu'est-ce que tu écris ?	
78	J : Ben les additions…	
79	I : L'opération tu veux dire ?	
80	J : Oui.	
81	I : D'accord. Et qu'est-ce que tu fais après ?	
82	J : Pour être sûre ensuite je relis, après je regarde ce que j'ai fait, si c'est bon et bah… c'est bon.	Habileté de contrôle : Julie surveille l'efficacité de sa méthode de résolution.
83	I : Comment est-ce que tu peux savoir si c'est bon ?	
84	J : *Silence*. Bah…	
85	I : Est-ce que tu fais un lien avec le texte ? C'est-à-dire, est-ce que tu imagines que ton résultat est cohérent, qu'il veut dire quelque chose ? Ou bien tu te dis juste que l'opération est bonne et que le problème doit être bon ?	
86	J : Ben le problème doit être bon.	
87	I : Imaginons que tu trouves que le prix du voyage est de 10 000€ pour chacun par exemple. Est-ce que tu te dirais que ça peut marcher ou que ça te parait un peu grand…	
88	J : Ce serait un peu grand !	Julie semble estimer la cohérence des résultats qu'elle obtient, elle anticipe ce que le calcul pourrait donner.
89	I : Est-ce que toute seule tu fais un lien comme ça ?	

90	J : Ben s'il y a une soustraction, 539-139 par exemple, si je trouve 400 <u>c'est cohérent</u>. Je le vois.	Habileté métacognitive de contrôle : l'élève vérifie la cohérence du résultat.
91	I : Tu le vois comment ?	
92	J : Bah… *Silence*. Ben c'est logique ! C'est possible, ça se voit. 10 000 ce ne serait pas logique, ce ne serait pas possible !	
93	I : D'accord, donc tu essayes de t'imaginer une réponse globale, si tu trouves la réponse dans ce même ordre d'idée tu penses que c'est bon, si tu t'en éloignes trop, tu vois que ce n'est pas logique. C'est ça ce que tu viens de m'expliquer ?	
94	J : Oui.	
95	I : D'accord. Et tu procèdes toujours comme ça ? Tu t'imagines d'abord un arrondi et que tu vérifies que tu t'en approches ou tu n'y penses pas à chaque fois ?	
96	J : Je ne sais pas trop.	
97	I : Tu fais ton calcul et tu passes à la question d'après directement ?	
98	J : Ben non je regarde <u>si c'est possible</u> que ce soit ça. Et sinon après, si c'est possible que ce soit ça, je passe à l'autre question.	Habileté métacognitive de contrôle : Julie estime la cohérence du calcul choisi.
99	I : D'accord. *Pause*. Quand vous avez fini les problèmes, vous avez le choix et pouvez aider les autres ou faire une activité de travail personnel, tu préfères quoi ?	
100	J : Moi j'aime bien expliquer aux autres.	
101	I : Tu aimes bien expliquer aux autres. Mais comment tu fais pour leur expliquer ?	
102	J : Ben je leur dis… Par exemple pour le 1 (*premier problème évoquant des distances*), je leur dis « c'est comme si tu faisais un aller, après tu reviens… » C'est plus simple de faire comme ça.	Volonté d'aider à se représenter la scène quand elle cherche pour elle mais également quand elle aide.
103	I : En fait tu essayes de leur faire imaginer la scène, c'est ça ?	
104	J : Oui.	

105	I : Pour qu'ils se la représentent dans leur tête, c'est bien cela ?	
106	J : Oui.	
107	I : Et après tu fais comment, tu leur donnes la réponse directement ?	
108	J : Ben non je les laisse chercher.	
109	I : D'accord. Et est-ce que toi tu aimes bien que les gens t'expliquent ou tu préfères chercher toute seule ?	
110	J : Ben ça dépend. Parce que des fois je n'y arrive pas du tout mais des fois j'y arrive. Bah…	
111	I : Est-ce que tu préfères chercher de toi-même ou tu aimes bien avoir quelqu'un à côté qui te réexplique si tu n'as pas tout à fait compris ?	
112	J : Ben si je crois avoir trouvé je n'ai pas besoin d'aide. Si je n'y arrive vraiment pas du tout ben là je demande.	Projet de sens d'être avec les autres : Julie annonce solliciter ses pairs en cas de besoin.
113	I : C'est une solution de secours mais tu préfères d'abord chercher toi-même dans ta tête.	
114	J : Oui.	
115	I : D'accord. Si je résume un peu, selon le problème, soit tu t'identifies, donc tu t'imagines dans la scène, soit tu imagines quelqu'un d'autre.	
116	J : Ben oui.	Alternance entre actrice et témoin de sens : selon la situation Julie s'imagine ou non dans la scène.
117	I : Mais si j'ai bien compris tu penses toujours que si tu n'as pas fait la scène tu pourras la faire un jour dans le futur. C'est ça ou pas tout à fait ?	
118	J : Pas trop. Dans ce cas j'imagine comme si je la faisais, enfin c'est comme si je voyais des gens la faire en ce moment, mais je ne le ferai pas.	
119	I : D'accord. Donc même si tu as déjà fait la scène, quand tu vois les gens, tu n'es jamais dedans.	
120	J : Non.	

121	I : D'accord. *Pause pour réfléchir*. Si jamais je te demande comment tu fais pour comprendre le problème dans ta tête, qu'est-ce que tu pourrais me dire ? Est-ce qu'en lisant le 3ème problème tu l'as tout de suite compris ?	
122	J : Ben oui, mais comme je n'étais pas trop sûre je l'ai relu.	Connaissance métacognitive sur elle-même : Julie relit pour asseoir sa compréhension de l'énoncé.
123	I : Tu le relis pour être sûre, d'accord. *Pause*. Et qu'est-ce qui t'importe le plus : trouver un cheminement qui t'amène au résultat ou plutôt avoir le résultat directement ?	
124	J : Je n'ai pas très bien compris.	
125	I : Tu as lu le problème qu'il fallait résoudre, est-ce que c'était très important pour toi d'écrire les équations successivement ou alors de trouver le résultat, quelle que soit la manière ?	
126	J : Ben… Ben d'abord de faire les équations parce que des fois il y a plusieurs façons de faire. Si je fais 3x4 ou 4+4+4 il faut quand même trouver la réponse, et j'essaye de prendre l'opération qui prendra <u>le moins de temps</u>.	Habileté métacognitive de contrôle : l'élève choisir la méthode la plus économique en temps.
127	I : Si je comprends bien tu cherches à être la plus efficace.	
128	J : Oui.	Hypothèse d'un projet de sens de recordman : recherche d'efficacité personnelle.
129	I : D'accord. Comment fais-tu du coup pour être toujours aussi rapide ?	
130	J : Bah, je ne sais pas, euh…	
131	I : Parce que tu as très souvent fini dans les premiers.	
132	J : *Silence*.	
133	I : Tu imagines plusieurs possibilités ou est-ce que tu n'en vois qu'une seule qui va vite ?	
134	J : Une seule possibilité… Non plusieurs parce que des fois je le vois qu'il peut y en a plusieurs, mais je n'en écris qu'une et <u>je vérifie</u> dans ma tête si avec l'autre ça marche aussi.	Habileté métacognitive de contrôle : l'élève *vérifie*. Utilisation de la 1ère personne du singulier : *je*.

135	I : D'accord. Et quand tu me dis que tu vérifies dans ta tête, comment tu vérifies dans ta tête ?	
136	J : Bah c'est comme si j'additionnais dans ma tête.	
137	I : Quand tu additionnes dans ta tête tu vois l'addition qui se dessine ou est-ce que tu te parles, ou est-ce que tu entends des nombres ?	
138	J : Ben, je vois l'addition qui se dessine.	Image mentale visuelle : verbe *voir*.
139	I : D'accord, tu la vois comment cette addition ?	
140	J : Bah…	
141	I : Tu la vois sur ton cahier ? au tableau ? sur un fond de couleur ?	
142	J : Sur un fond normal.	
143	I : D'accord, comme une page blanche par exemple ?	
144	J : Oui.	Images mentales visuelles qui semblent se confirmer par des détails précis (*page blanche*).
145	I : Est-ce que c'est toi qui écris ou est-ce que ce sont des chiffres affichés directement ?	
146	J : C'est moi qui le fais.	Projet de sens de 1ère personne (pronom *moi*).
147	I : D'accord, c'est ton écriture ?	
148	J : Oui.	
149	I : Il y a aussi les symboles « + »…	
150	J : Oui.	Détails qui abondent dans le sens d'évocations visuelles (écriture de l'élève, signe « + »).
151	I : Et elle est plutôt écrite en ligne comme une équation ou posée en colonnes ?	
152	J : En colonnes.	Idem.
153	I : D'accord, et comment tu fais pour trouver le résultat ?	
154	J : Ben souvent… je ne sais pas trop mais… je ne sais pas.	
155	I : Tu m'as dit que tu la posais en colonnes. Est-ce que pour trouver le résultat vite fait puisque c'est juste un moyen de vérifier, si c'est ça que tu m'as dit…	

156	J : Oui.	
157	I : Est-ce que tu procèdes comme si c'était à l'écrit ou est-ce que tu cherches un résultat global pour te donner une idée et voir si ça marche ?	
158	J : Ben un résultat global.	Cette recherche de résultat global peut s'apparenter à une connaissance métacognitive sur les stratégies : estimation générale du résultat avant de faire le calcul.
159	I : D'accord. Et si ça marche tu compares l'opération la plus efficace, c'est ça que tu fais ?	
160	J : Oui.	
161	I : Donc ton objectif c'est de trouver la réponse le plus vite possible, c'est ça ?	
162	J : Bah… ça dépend du problème, parce qu'il y a des problèmes qui sont simples et du coup on peut la trouver rapidement la réponse, et y en d'autres qui sont longs et qui sont durs à comprendre, et quand c'est comme ça j'essaye de prendre mon temps pour ne pas rater un chiffre ou quelque chose.	Projet de sens de recordman : Julie s'attarde pour assurer son résultat. Connaissance métacognitive sur elle-même : l'élève sait comment elle procède et ce qu'elle doit privilégier dans sa résolution.
163	I : Donc tu cherches le résultat, peu importe le temps que tu mets finalement.	
164	J : Oui.	
165	I : Ce n'est pas grave si c'est long.	
166	J : Non.	
167	I : D'accord. Très bien, est-ce qu'il y a d'autres choses que tu pourrais me dire sur ce qui se passe dans ta tête quand tu résous un problème ?	
168	J : Ben non, je vois juste la scène.	Evocation visuelle : verbe *voir*.
169	I : D'accord, donc si je comprends bien, quand tu as un problème à résoudre, en général, tu vois la scène dans tous les cas. C'est ça ?	
170	J : Oui.	
171	I : En général tu n'es pas dedans, tu ne fais pas partie de la scène.	

172	J : Non, ben souvent quand ce sont des trajets comme le 1, je me vois, c'est comme si c'était moi qui faisais le trajet. Mais pour le 2 et le 3, et bah… *Silence.*	Actrice ou témoin de sens selon l'énoncé du problème si elle s'imagine ou non dans la scène.
173	I : Tu imagines juste des personnes qui bougent, qui miment l'énoncé du problème finalement, c'est ça ?	
174	J : Oui.	Evocations visuelles en mouvement (personnes qui bougent).
175	I : Ensuite tu vois la scène petit à petit, ce n'est pas une image globale sur laquelle il y a tout d'un coup. C'est ça ?	
176	J : Oui.	Confirmation d'une successivité d'idées dans le temps.
177	I : Et après tu imagines dans ta tête les opérations les plus efficaces (s'il y en a plusieurs), si c'est un peu compliqué tu prends bien ton temps et puis tu essayes de trouver la réponse sans oublier de chiffres, c'est ça ?	
178	J : Oui.	Recherche d'efficacité personnelle : recordman.
179	I : Est-ce que c'est tout ce que tu m'as dit ?	
180	J : Heu, oui.	
181	I : Est-ce que tu penses que tu as des choses à ajouter ?	
182	J : Non.	
183	I : Et bien je te propose que l'on s'arrête là, merci de m'avoir répondu.	

1.3. Louis

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Donc je vais te redonner la feuille de contrôle que tu avais faite il y a deux semaines.	
2	L : Oui.	
3	I : Je vais te demander de relire le 3ème énoncé et de relire ce que toi tu as fait.	
4	L : Oui.	
5	I : Et ensuite tu vas essayer de réfléchir à la façon dont tu as procédé dans ta tête pour trouver les résultats. D'accord ?	Présentation de la tâche à l'élève.
6	L : D'accord.	
7	I : Quand tu as fini tu me dis, je te poserai des questions : je te demanderai comment tu as fait dans ta tête pour trouver le résultat. Tu prends autant de temps que tu veux.	
8	L : D'accord. *Puis mise en situation de tâche. Au bout d'un moment :* C'est bon.	
9	I : Alors qu'est-ce que tu peux me dire dans ta tête comment tu as fait, pour trouver les résultats ?	
10	L : Alors <u>ils</u> <u>disent</u> : un groupe d'amis part en vacances pour visiter une région française. En calculant leur dépenses ils observent que le trajet leur a coûté 640€, la nourriture 200€ et les visites 320€. Alors on fait 640+200+320, divisé par 8 car ils sont 8 amis, et pour une personne ça revient à 145€.	Evocation verbale de l'énoncé avec les mots du texte (verbe *dire*), ce qui peut aussi laisser supposer un projet de sens de 3ème personne (*ils*).
11	I : D'accord.	
12	L : Et ils demandent : sachant que leurs vacances ont duré 5 jours, à combien revient une journée de vacances pour chaque ami ? Alors on fait 145 divisé par 5 puisque c'était 5 jours, on trouve 29€ donc pour chaque ami, une journée coûte 29€.	Évocation des calculs effectués pour résoudre le problème : geste de réflexion.

13	I : Très intéressant. Comment est-ce que tu as fait dans ta tête en premier pour trouver qu'il fallait additionner les trois sommes ?	
14	L : Ben <u>ils</u> <u>disent</u> : le prix du voyage pour une personne.	La parole aurait-elle un intérêt dans le fonctionnement de Louis (verbe *dire*) ? Utilisation de la 3ème personne (*ils*).
15	I : Mmh.	
16	L : Et il fallait faire « divisé par 8 » puisqu'ils sont 8 amis. Mais diviser quoi par 8 ? Ben le prix du séjour. Mais le séjour il leur a coûté combien ? Ben le trajet 640€, la nourriture 200€, les visites 320€, alors pour le diviser par 8 il faut d'abord additionner et ensuite on divise par 8.	Louis se fait tout un discours : il se parle beaucoup, donne beaucoup de détails oraux sur sa façon de procéder : hypothèse d'un projet d'argumentateur. Habileté métacognitive de planification : l'élève décrit les opérations à effectuer.
17	I : D'accord, et donc tout ça tu te le dis dans ta tête ?	
18	L : Oui.	
19	I : Est-ce que tu te le dis avec ta voix, ou est-ce que c'est quelqu'un d'autre qui parle ?	
20	L : Ben non moi dans ma tête <u>je me dis</u> <u>d'abord</u> qu'il faut additionner. <u>Puis après</u> j'additionne.	Evocations verbales (verbe *dire*), en 1ère personne (*je*) qui semblent être situées dans le temps (connecteurs temporels).
21	I : Est-ce que tu vois des choses, tu te représentes la scène avec des images ou pas du tout ?	
22	L : Oui. Des fois je fais le trajet. Y a des fois dans ma tête je mets des objets qui <u>bougent</u> et comme ça, ça m'aide à retenir et à calculer.	Louis semble indiquer qu'il a des évocations visuelles et de mouvement (verbe *bouger*).
23	I : D'accord. Alors ça c'est vraiment intéressant : quand tu me dis qu'il y a des objets qui bougent, est-ce que tu peux m'expliquer ?	

24	L : Alors par exemple, le trajet leur a coûté 640€, ben j'imagine qu'ils ont pris l'avion, alors l'avion ça leur a coûté 640€ donc ils payent à la caisse 640€, enfin c'est pas à la caisse, c'est à l'aéroport, <u>puis</u> la nourriture bon ben ils vont au restaurant ou ils font des courses, et les visites 320€ vu qu'un musée par exemple ce n'est pas gratuit, donc ils doivent donner de l'argent, <u>puis après</u> ils se disent, pour savoir combien va payer chacun, il va falloir qu'on trouve <u>d'abord</u> combien on a dépensé en tout, <u>et après</u> on va le diviser par le nombre de personnes qu'on est. Dans ma tête c'est comme ça et ça m'aide un peu.	Encore beaucoup de détails qui vont dans le sens d'un projet de sens d'argumentateur. Evocations verbales évidentes : Louis se parle, il se raconte une histoire à partir de l'énoncé et est lui-même le narrateur, ce qui indiquerait un projet de $1^{ère}$ personne. Par ailleurs, il utilise beaucoup de connecteurs temporels qui amènent à émettre l'hypothèse du temps comme lieu de sens.
25	I : D'accord. C'est vraiment intéressant, et du coup tu vois ces personnes un petit peu et elles parlent en même temps ?	
26	L : Oui dans ma tête c'est comme ça.	Pas d'indices montrant de réelles évocations visuelles.
27	I : D'accord. Et tu les entends parler elles-mêmes ou c'est toi qui parles ?	
28	L : Et bien c'est plutôt <u>moi</u> qui les fais <u>parler</u>.	Evocations verbales (verbe *parler*) en $1^{ère}$ personne (pronom *moi*).
29	I : C'est toi qui les fais parler, c'est intéressant. Est-ce que dans ces personnes qui partent en vacances tu te vois dedans ou tu n'es pas compris ?	
30	L : Non c'est des personnes normales, qui vont prendre l'avion, puis qui vont en vacances.	L'élève est narrateur mais pas acteur, il ne s'inclut pas dans la scène, donc plutôt témoin de sens.
31	I : D'accord. Et une fois que tu as trouvé l'opération qu'il fallait faire : tu m'as dit qu'il fallait d'abord additionner pour diviser ensuite.	
32	L : Oui.	
33	I : L'opération, tu las vois dans ta tête ou pas du tout ?	
34	L : Bah après… Je ne la vois pas vraiment dans ma tête mais ça dépend en fait… Ça dépend laquelle. Par exemple celle-là, je l'ai vue mais y en a d'autres que dans ma tête je ne verrai pas.	
35	I : Et quand tu la vois, qu'est-ce que tu vois ?	

36	L : Ben je vois comme si c'était une opération posée sur une feuille blanche mais c'est dans ma tête, et des fois je trouve la réponse comme ça.	Evocation visuelle : verbe *voir* et détails précis (feuille blanche).
37	I : Tu trouves la réponse comme ça : ça veut dire que tu essayes de la calculer toi-même dans ta tête avant de la faire sur ta calculette ?	
38	L : Oui, puis après je vérifie toujours à la calculette dans les problèmes comme ça. J'essaye d'abord de la calculer, comme ça, ça m'entraîne, et comme ça un jour je pourrai me dire, je pourrai l'avoir dans ma tête et la calculer sans la calculatrice donc je m'entraîne un petit peu comme ça.	Application des opérations comme entrainement, la calculette servant de « sécurité » : hypothèse de projet de sens d'application à vérifier. Adverbes de temps qui traduisent un fonctionnement temporel. Recherche d'efficacité qui peut correspondre à un projet de sens de recordman.
39	I : Donc la calculette te permet de vérifier mais toi tu préfères faire tout dans ta tête avant pour être sûr de toi.	
40	L : Oui.	
41	I : D'accord, c'est intéressant. Est-ce que peux ajouter quelque chose là-dessus ?	
42	L : Ben pas vraiment.	
43	I : Pas vraiment, d'accord. *Silence*. En général tu vas assez vite pour faire tes problèmes j'ai l'impression.	
44	L : Oui, plus ou moins.	
45	I : Et qu'est-ce qui t'importe (il n'y a pas de bonne réponse, il n'y a pas de mauvaise réponse, c'est ta réponse à toi qui compte)…	
46	L : … oui.	
47	I : Est-ce que tu préfères terminer très vite pour pouvoir faire d'autres exercices après, ou est-ce que ton objectif est de trouver la bonne réponse quel que soit le temps.	

48	L : Ça va dépendre des exercices : si ce sont des exercices qu'on va faire sur le cahier d'essai, je vais plus espérer plus ou moins d'avoir bon en le faisant assez vite ; sur ce problème-là bon, là je suis allé assez vite vu que pour moi c'était assez facile mais j'ai quand même vérifié si c'était bon parce que c'est des évaluations quand même. Ça dépend, si c'est des trucs importants comme les évaluations ou si c'est un exercice moins important, j'essaye quand même d'avoir une bonne note mais… mais je vérifie plus pour une évaluation.	Hypothèse d'un projet de sens de recordman : Louis est en quête de sa propre performance mais ne cherche visiblement pas à se comparer avec les autres.
49	L : D'accord.	
50	I : Mais tu préfères quand même aller vite pour faire autre chose si je comprends bien ?	
51	L : Ben… oui… Mais aussi ça dépend de qu'est-ce que je ferai après.	
52	I : D'accord.	
53	L : Parce que si j'ai encore des choses à faire je préfère aller plus vite, mais si c'est pour lire un livre, j'aime bien lire mais je préfère avoir bon plutôt que de lire un livre.	Recherche d'efficacité : recordman. Louis semble aussi animé par un projet de sens de finalité en prêtant particulièrement attention au résultat.
54	I : D'accord. Très intéressant tout ce que tu me dis, c'est bien ! Quand tu as terminé, si Monsieur B. propose d'aller aider les autres ou de faire du travail personnel quel qu'il soit, qu'est-ce que tu préfères faire ?	
55	L : Ben je vais plus aller aider les autres parce que comme ça eux aussi ils comprennent, et comme ça dans la classe on évolue plus vite, puis après on peut faire d'autres choses plus rapidement, puis comme ça ils ont compris et tout le monde a compris, et c'est bien comme ça.	Connaissance métacognitive sur lui-même : Louis sait qu'il a tendance à aller aider quand il a fini. Évocations verbales d'après les descriptions qu'il donne. Recherche d'efficacité : recordman.
56	I : D'accord. Et comment est-ce que tu fais pour leur expliquer les choses ?	

57	L : Ben, par exemple les problèmes, là par exemple le groupe d'amis part en vacances, alors je leur dis de le lire dans la tête le problème, s'ils l'ont pas compris je leur explique, je leur dis « ils partent en vacances dans une région française, ils calculent leur dépenses et observent que le trajet a coûté 640€, et la nourriture 200€ et les visites 320€. Alors tu vas faire quoi, une addition, une soustraction, une division ? Alors si ils me disent la mauvaise réponse bah après je leur dis ben non qu'il va falloir additionner, et quand… et après, là en l'occurrence il fallait additionner, donc après ils additionnent. Après ils sont 8 personnes, alors combien ça va faire une personne ? Alors la plupart du temps ils me disent qu'il va falloir diviser, puis après ils divisent et puis après ils ont compris. Et puis après ils ont compris pour la suite, ils trouvent 145 et 145 divisé par 5 égale 29.	Hypothèse d'un projet de sens d'application : imagination d'un exercice dans lequel la règle à apprendre est mise en application. Il faut noter également que Louis se projette dans un imaginaire d'avenir. Évocations verbales : en discutant Louis semble insister sur le fait de se représenter l'énoncé.
58	I : D'accord. Du coup toi quand tu lis un problème de ce genre-là ou quand tu lis une règle de calcul, qu'est-ce que tu fais ? Est-ce que tu essayes de comprendre la règle en elle-même ou de l'apprendre par cœur comme ça, ou est-ce que tu essayes de l'appliquer en imaginant une situation ?	
59	L : Ben plus j'essaye d'imaginer une situation et après je m'en souviens. Par exemple cette notion là c'était quoi, et alors dans ma tête y a la petite histoire que je m'étais inventée pour la retenir, et après une fois que je la retiens, ben après dans ma tête, ça c'était quelle leçon, ah c'était cette histoire-là, et après dans ma tête c'est comme ça.	Evocations verbales de la leçon pour l'apprendre, puis confirmation de la création d'histoires pour l'appliquer : projet d'application évident.
60	I : D'accord. Donc en fait quand tu apprends une règle de maths par exemple…	
61	L : … oui…	
62	I : … tu t'imagines plus tard, quand tu vas devoir la réutiliser.	

63	L : … bah ça dépend desquelles parce que y en a où je m'imagine plus des personnages qui font des leçons et après dans ma tête y a leur exercice, qui est bon parce qu'il vaut mieux que je l'apprenne bon, dans ma tête, puis après je le vois, puis après je peux le réutiliser. Ou alors, je l'apprends par cœur mais je fais plus des petites histoires comme ça dans ma tête, ça m'aide plus à les retenir.	Evocations visuelles d'après les détails donnés. Lieu de sens dans le temps : connecteurs temporels. Projet de sens d'application : le verbe *réutiliser* évoque l'idée d'appliquer une leçon apprise.
64	I : D'accord, et tu me dis que tu les vois ces petites histoires ?	
65	L : Oui.	
66	I : D'accord, et c'est toi qui les fais parler, comme quand tu lis le problème ?	
67	L : Oui voilà.	
68	I : D'accord. C'est vraiment intéressant tout ce que tu me dis. *Silence*. Quand tu résous un problème, tu résous celui-là par exemple, est-ce que tu vois la réponse directement ou est-ce que tu la vois par étapes ?	
69	L : Alors la réponse c'est plus je la vois directement vu que une fois à la fin, là après ils payent 145€, ben je les vois tous qui sortent de l'argent pour donner à la caisse, et c'est tous 145€, et comme ça dans ma tête c'est tout clair.	Evocation visuelle : verbe *voir*.
70	I : Donc dans ta tête, tu me dis si je comprends bien, tu vois plutôt les choses dans la globalité plutôt que ces choses successivement dans un ordre précis.	
71	L : Ben là encore ça va dépendre de certains exercices. Y a des exercices où je vais plus voir globalement, et y a des exercices où je vais plus voir par étapes. Parce que là par exemple dans celui-ci y avait 2 étapes donc j'ai fait une étape par une étape. *Silence*. Y avaient 2 questions : ils doivent comprendre que pour une personne le voyage coûte 145€, et ils doivent aussi savoir pour une journée, pour une personne pour une journée, le prix que ça leur coûte, alors dans ma tête je fais par étapes, là j'ai fait 2 étapes, mais si y avait qu'une question, je le ferais plus globalement.	Distinction floue entre le global et le temporel dans la $2^{\text{ème}}$ phrase mais la $3^{\text{ème}}$ resitue Louis dans un contexte à dominante temporelle (pour cet exercice). Habileté métacognitive de contrôle : l'élève vérifie les stratégies choisies en se parlant à lui-même.

72	I : D'accord. Toi ce qui t'importe finalement c'est d'avoir la réponse, pas la façon de faire ?	
73	L : Ben ça va encore dépendre. Parce que oui bien sûr que j'aime avoir la réponse vu que c'est plus simple quand on a tout de suite compris. Mais sinon ben je réfléchis jusqu'à ce que je comprenne.	Louis semble avoir un projet de sens de finalité (en visant la réponse) plus que de moyens mais ce n'est pas très précis.
74	I : D'accord. Et alors comment est-ce que tu fais dans ta tête pour comprendre ?	
75	L : Alors pour comprendre, ben je lis le problème puis souvent je le comprends, quand je ne le comprends pas je le relis une 2ème fois puis là je le comprends. Si vraiment je ne le comprends pas je vais demander de l'aide.	Connaissance métacognitive de la tâche, Louis se connaît résolvant un problème, il sait qu'il peut avoir besoin d'une seconde lecture.
76	I : D'accord, et comprendre dans ta tête ça veut dire quoi ?	
77	L : Ben ça veut dire comprendre ce qu'il faut faire, c'est comprendre comment il va falloir faire pour trouver la réponse. *Silence*. Et c'est comme ça.	
78	I : Et est-ce que dans ta tête tu fais des liens : quand tu lis le problème est-ce que tu te dis : tiens ça ça me fait penser à ça ou pas ?	
79	L : Ben oui, par exemple pour ce problème là en l'occurrence j'avais pensé à… je ne me souviens plus à quoi j'avais pensé, mais j'avais pensé à quelque chose que j'avais fait, moi, et ça m'avait encore plus aidé à trouver.	Geste de compréhension sollicité : Louis semble faire des liens de similitude. Evocation en 1ère personne.
80	I : D'accord. Et est-ce que tu fais ça souvent ?	
81	L : Bah oui, souvent.	
82	I : Tu n'essayes pas de te dire que ça c'est complètement différent de ce que tu connais donc du coup ce n'est pas cette méthode qu'il faut prendre… Je ne sais pas si tu arrives à me comprendre…	
83	L : Oui je comprends totalement… Mais ça dépend des exercices, si y a un exercice qui est très différent, je vais essayer de trouver autre chose pour le comprendre, parce qu'on ne va pas faire un exercice avec une technique qu'il faudrait faire pour un exercice et pas pour l'autre.	
84	I : D'accord…	

85	L : Parce qu'il faudrait quand même avoir la réponse à la fin.	Réponse à la fin : importance de la finalité.
86	I : D'accord, et est-ce que tu essayes d'inventer une façon de faire… Comment dire… Tu préfères inventer quelque chose par toi-même ou le découvrir ?	
87	L : Ben j'aime plus inventer moi-même ma méthode, comme ça si elle marche, moi j'ai ma méthode et comme ça je l'utilise. Ça va être une méthode que certains vont trouver difficile alors que dans ma tête moi c'est tout clair.	Hypothèse d'un projet de sens d'inventeur : Louis cherche une méthode pour lui-même, qui lui corresponde à lui.
88	I : D'accord. Est-ce que tu as un exemple ?	
89	L : Ben non là j'en n'ai pas vraiment… *Silence*.	
90	I : Et quand on t'explique quelque chose, est-ce que tu vas essayer de défendre ta position ou est-ce que tu vas aller dans le sens de la personne qui t'explique la chose à comprendre ?	
91	L : Bah d'abord je vais écouter ce qu'il me dit et après je vais lui expliquer qu'on aurait pu faire autrement.	En tenant à verbaliser ses réponses et sa pensée différentes de celles des autres, hypothèse d'un projet de sens d'opposition (relative).
92	I : D'accord.	
93	L : Mais si c'est un truc que je n'ai vraiment pas compris et qu'il m'explique, bah je vais faire ce qu'il me dit de faire.	
94	I : D'accord. Si je résume un petit peu ce que tu m'as dit, donc quand on te donne le problème tu le lis…	
95	L : … oui.	
96	I : Après, tu te fais des images dans ta tête…	Représentation mentale de l'énoncé.
97	L : … oui…	
98	I : … en te racontant une histoire : tu fais parler toi-même tes personnages avec ta voix.	Evocations verbales en 1ère personne puisque ce serait sa propre voix que Louis entendrait dans sa tête.
99	L : Voilà.	

100	I : D’accord. Ensuite, tu essayes de comprendre le problème en faisant des liens avec ce que tu as déjà vécu…	Liens de similitude avec des faits antérieurs.
101	L : Oui et puis des fois quand je n’en trouve pas bah j’essaye de faire autrement.	
102	I : D’accord, et tu fais comment dans ces cas-là ?	
103	L : Ben dans ces cas-là j’essaye de trouver même sans avoir fait des liens avec ce que j’ai fait vu que des fois ils disent de faire des choses et que moi je n’ai pas vraiment fait et que y a des choses que j’ai pas vraiment dans ma tête alors j’essaye quand même de trouver, et si je ne trouve pas et bien j’essaye de trouver une méthode plus classique que tout le monde connait, et des fois ça marche mieux comme ça.	
104	I : D’accord. En général ce que tu préfères c’est t’inventer toi-même ta méthode à toi pour trouver le problème, et si tu n’y arrives pas, tu prends comme tu dis, une méthode classique.	Projet de sens d’inventeur en cherchant une démarche inédite.
105	L : Voilà.	
106	I : D’accord. Alors quand on te donne aussi une règle ou une nouvelle leçon, quand tu l’apprends tu fais encore la même chose, c’est-à-dire que tu te représentes, tu te fabriques une petite histoire que tu vois dans ta tête, dans laquelle tu fais parler les personnages…	Projet de sens d’application (technique de la *petite histoire* que l’élève s’invente dans le but de la réinvestir dans un prochain exercice) avec des évocations verbales (verbe *parler*) et visuelles (verbe *voir*).
107	L : … oui…	
108	I : … les personnages si j’ai bien compris en fait ils font un exercice qui est bon ?	
109	L : Oui.	
110	I : Et c’est comme un modèle dans ta tête.	
111	L : Voilà.	
112	I : D’accord. Est-ce que tu as l’impression d’avoir besoin d’un modèle quand tu résous un exercice ?	

113	L : Ben… Dans ma tête c'est mieux quand j'en ai un mais quand je n'en ai pas et bien je me débrouille sans !	Idée de modèle qui semble correspondre à sa manière d'apprendre en projet d'application : les modèles sont les « histoires » qu'il s'est imaginées pour apprendre la leçon.
114	I : Tu te débrouilles sans mais quand tu en as un tu l'utilises !	
115	L : Oui voilà.	
116	I : D'accord.	
117	L : Quand c'est un exercice qu'on fait alors qu'on n'a pas appris la leçon avant, c'est rare, ben j'essaye de réussir avec une méthode plus classique, comme ce qu'il nous dit d'expliquer sans avoir appris la règle.	
118	I : D'accord, c'est intéressant ! Et au niveau de la rapidité, tu es rapide mais tu essayes quand même de trouver la bonne réponse. Selon ce qu'il y a à faire, c'est-à-dire que se derrière il y a quelque chose à faire tu te presses pour pouvoir faire tout…	
119	L : On va pas dire vraiment que je me presse, on va dire que je vais aller plus vite que si y avait rien. Je vais me relire une fois ou des fois quand j'oublie ben je ne me relis pas, alors que quand y a rien derrière ben je vais me relire une ou deux fois pour être sûr d'avoir bon.	Le projet de sens de recordman semble se confirmer par cette volonté constante de recherche d'efficacité.
120	I : D'accord, et quand tu trouves le résultat, est-ce que tu passes directement à la suite ou est-ce que tu te dis qu'il est cohérent ou qu'il est bizarre ?	
121	L : Ben des fois quand je trouve que le résultat est bizarre, ben je refais le problème comme j'ai fait et si je trouve une autre solution ben je re-refais, voir quelle est la solution que j'ai trouvée le plus de fois.	Habileté métacognitive de contrôle : Louis vérifie la cohérence des résultats (s'ils paraissent *bizarres* ou non).
122	I : Oui…	
123	L : Et après c'est souvent la bonne. *Silence*. Et, voilà.	
124	I : D'accord. Et comment est-ce que tu peux te dire, comment est-ce que tu peux trouver qu'un résultat est bizarre, qu'est-ce qui te fait dire ça ?	

125	L : Ben je saurais pas vraiment expliquer mais par exemple quand dans ma tête le résultat bah ça me parait pas du tout ça, ça me parait bizarre comme résultat, bah je le refais, c'est un résultat qui n'a aucun rapport avec ce qu'ils avaient dit, ben je le refais.	Habileté métacognitive de régulation : si le résultat ne semble pas cohérent, Louis reprend sa démarche.
126	I : D'accord, parce qu'en fait ce que tu m'as dit au début c'est que tu faisais l'opération dans ta tête au début ?	
127	L : Oui.	
128	I : Donc en fait un résultat bizarre est-ce que ça voudrait dire que c'est un résultat différent que celui que tu avais trouvé dans ta tête ?	
129	L : Ou inversement : celui que j'avais trouvé sur ma calculette il parait bien et celui que j'avais trouvé dans ma tête il parait moins bien, alors je le retape sur la calculette pour voir si j'avais mal tapé un chiffre parce que des fois ça arrive de taper par exemple le 7 au lieu du 8.	Double sécurité du calcul mental et de la calculatrice qui permet d'observer la cohérence d'un résultat : habileté métacognitive de contrôle.
130	I : D'accord. Et tu fais ça systématiquement quand tu as un problème ?	
131	L : Ben ça dépend si justement le résultat je ne le trouve pas forcément bien, puis dans tous les cas, dans les problèmes, je le refais une 2ème fois, quand j'ai le temps. Je fais les problèmes et après je les refais dans ma tête pour voir si je trouve les mêmes résultats, bah ça veut dire que c'est ça.	Habileté métacognitive de contrôle : Louis compare les résultats qu'il obtient en effectuant plusieurs fois la démarche et juge de la cohérence obtenue.
132	I : D'accord, c'est vraiment intéressant tout ce que tu fais dans ta tête ! *Silence*. Est-ce que tu as des choses que tu peux ajouter sur cette façon de faire dans ta tête pour résoudre un problème ?	
133	L : Ben pas vraiment. Moi je trouve que ça m'aide d'inventer une technique parce qu'après moi je peux m'inventer une technique en fonction de l'histoire que je vais m'inventer après, et comme ça je la retiens, mais pendant très longtemps !	Louis semble à nouveau évoquer son projet de sens d'inventeur (verbe *inventer* à propos d'une technique qui lui est propre). Lieu de sens dans le temps (connecteur temporel).
134	I : D'accord.	

135	L : Comme ça y a des personnages qui parlent, puis après je me souviens des personnages qui parlent, comme ça dans ma tête ils recommencent à parler la même chose que comme moi je l'avais enregistré dans ma tête, et puis après ça résout la solution du problème.	Louis semble indiquer qu'il fait appel à ses histoires – évoqués mémorisés d'application – en se plongeant dans le passé lorsqu'il en a besoin : projet d'invention. Lieu de sens placé dans le temps (connecteurs temporels). Evocations verbales (verbe *parler*).
136	I : D'accord, et tu les revois comme tu les avais vus la 1re fois.	
137	L : Voilà.	
138	I : Avec des images visuelles et en même temps auditives, enfin quand tu te parles en même temps.	
139	L : Voilà.	
140	I : C'est vraiment intéressant tout ça ! *Mini-silence*. Ben écoute pour le moment on va s'arrêter là, je te remercie !	

1.4. Louise

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Je vais te demander de relire le 3ème problème…	Présentation de la tâche à l'élève.
2	L : … oui…	
3	I : … de relire ce que toi tu as fait pour le résoudre…	
4	L : … oui…	
5	I : … et après de réfléchir à la façon dont tu as fait pour trouver la réponse dans ta tête.	
6	L : D'accord.	
7	I : Ce ne sont pas des questions que tu as l'habitude d'avoir, ni des réponses que tu as l'habitude de donner, mais ça va beaucoup m'intéresser.	
8	L : D'accord.	
9	I : Et de toute façon toutes tes réponses sont bonnes.	
10	L : D'accord.	
11	I : Donc tu prends le temps que tu veux et une fois que tu as terminé tu me dis.	
12	L : *Situation de tâche en silence, puis au bout d'un moment* : Après que j'ai lu ?	
13	I : Quand tu as lu tout, ta réponse, et que tu as réfléchi à la façon dont tu fais dans ta tête tu me dis.	
14	L : *Silence, puis elle lève la tête et me regarde.*	
15	I : C'est bon ?	
16	L : Oui.	
17	I : Alors, tu te souviens que Monsieur B. vous a distribué la feuille, qu'est-ce qu'il s'est passé pour que tu produises une réponse ?	
18	L : Ben <u>je me suis dit</u> qu'il fallait diviser le prix du voyage par 8 parce qu'ils sont 8 amis. Et quand j'ai le prix, je fais ma phrase réponse pour la 1ère question.	Louise pourrait avoir des évocations verbales : verbe *dire* (Louise se parle dans sa tête).
E 19	I : Oui.	

20	L : Et après le prix que j'ai trouvé je le divise par 5 puisque c'était 5 jours, et je trouve le prix pour une journée.	Successivité d'idées : son lieu de sens est peut-être le temps. Louise est actrice de sens en s'imaginant résoudre le problème elle-même.
21	I : D'accord. Tu m'as dit que tu t'étais dit quelque chose ?	
22	L : Que je m'étais dit que fallait diviser, parce que y a 8 amis.	Evocations verbales (verbe *dire*).
23	I : Du coup, est-ce que cela veut dire que tu t'es parlé dans ta tête pour faire l'exercice ?	
24	L : Oui, souvent.	
25	I : Souvent tu dis ?	
26	L : Oui.	
27	I : Dès que tu as un problème, tu te dis quoi du coup dans ta tête ?	
28	L : Je me dis quelle… quelle addition, ou soustraction, ou fois…	
29	I : Quelle opération…	
30	L : … quelle opération il faut faire, et après quand j'ai trouvé je fais l'opération, et après je me dis quelle phrase réponse je pourrais faire en rapport avec la question.	Louise se parle : évocations verbales. Elle situe ses idées dans le temps et semble toujours actrice de sa résolution. En décrivant ces étapes elle est dans la planification.
31	I : D'accord. Est-ce que pour toi ça veut dire que dans un problème il faut forcément faire une opération ?	
32	L : Euh, non pas forcément.	Connaissance métacognitive sur la tâche : Louise n'associe pas nécessairement un problème à une opération à résoudre.
33	I : Pas forcément, d'accord. Donc tu réfléchis à l'opération que tu peux faire, c'est-à-dire addition, soustraction, multiplication, division, ou alors est-ce que tu réfléchis à autre chose que tu peux faire : une comparaison…	
34	L : Oui.	

35	I : Oui, ça veut dire que un problème pour toi ce n'est pas forcément lié à une opération ?	
36	L : Non.	
37	I : D'accord, très intéressant. Donc tu te dis, tu te demandes dans ta tête en te parlant, quelle opération il faut faire. Est-ce qu'avant, pour trouver l'opération, tu te racontes l'énoncé dans ta tête ? Est-ce que tu te racontes une histoire, ou pas ?	
38	L : Non, pas trop.	
39	I : Pas trop ? Alors tu te dis quoi ?	
40	L : Je me <u>concentre</u> plutôt sur la 1ère question, pas sur les autres, je relis le problème en m'intéressant qu'à la 1ère question, et comme ça avec chaque question.	Cheminement qui parait linéaire d'après la chronologie de la démarche. Geste d'attention « avec un filtre » : Louise se concentre sur une question à la fois. Planification : description de la démarche adoptée.
41	I : D'accord. Successivement.	
42	L : *Regard approbateur*.	
43	I : Successivement, d'accord. Tu ne te fais pas une idée générale du problème avant.	
44	L : Si des fois, mais c'est plus facile de faire par <u>étapes</u>.	Etapes : cela confirmerait un cheminement temporel.
45	I : D'accord, et est-ce que tu as des images visuelles qui te viennent dans la tête ?	
46	L : Non.	
47	I : Tu ne vois rien du tout. D'accord, l'opération non plus tu ne la vois pas.	
48	L : Mmh non.	Pas d'évocations visuelles.
49	I : D'accord. Intéressant. Du coup comment est-ce que tu te représentes le problème dans ta tête ? Ou bien même est-ce que tu te représentes le problème dans ta tête avant de commencer ?	

50	L : Euh ben je me le représente avant de commencer.	
51	I : D'accord, et tu te le représentes comment ?	
52	L : Euh, ben je ne sais pas…	
53	I : Ce n'est pas facile mais tout ce que tu me dis c'est intéressant !	
54	L : Ben je me le représente souvent qu'ils sont huit, qu'il faut diviser, qu'il faut soustraire après des fois…	Reformulation qui confirme des évocations verbales : l'élève décrit la scène sans détail visuel.
55	I : Tout ça tu te le dis ? En fait quand tu te représentes le problème, tu te redis dans ta tête tous les éléments, toutes les données du problème si j'ai bien compris.	
56	L : Oui.	
57	I : D'accord. Et tu te les racontes dans ta tête successivement…	
58	L : Oui.	Évocations temporelles que Louis confirme.
59	I : D'abord ils sont 8, voilà…	
60	L : Oui.	
61	I : D'accord. Donc là quand on t'a posé la question du prix du voyage, ça t'a fait penser à quoi ?	
62	L : Qu'ils étaient 8 à partir et qu'ils se partageaient l'argent, et que s'il y avait un problème, la façon de voir c'était qu'il fallait diviser.	Témoin de sens : Louise ne fait pas partie de la scène qu'elle décrit. Évocation des opérations envisageables : geste de réflexion. La connaissance du sens des opérations traduit la présence de connaissances métacognitives sur les stratégies.
63	I : Et alors tu as divisé 640, c'est ça ?	
64	L : Oui.	
65	I : Pourquoi tu as divisé 640 par 8 ?	
66	L : Parce que le prix du voyage, 640€, c'était pour 8 personnes et que si on le divise par 8, on sait pour une personne.	Habileté métacognitive de planification : évocations des opérations à envisager pour répondre à la question posée.

67	I : D'accord. Et tu me dis que le prix du voyage c'est 640€. Comment est-ce que tu peux dire que c'est le prix du voyage qui coûte 640€ ?	
68	L : Parce qu'ils observent que le trajet leur a coûté 640€ (*lisant l'énoncé*).	Confusion entre les termes *voyage* et *trajet*.
69	I : D'accord. Et le trajet, tu sais ce que ça veut dire ?	
70	L : Oui, c'est le trajet qu'ils ont parcouru.	
71	I : Oui, tu as pensé à un moyen de locomotion ou juste au « trajet » ?	
72	L : Juste au « trajet ».	
73	I : Pour toi un voyage c'est juste un trajet ?	
74	L : Non c'est l'aller et le retour.	
75	I : Donc ça correspond juste au déplacement.	
76	L : Oui !	
77	I : D'accord, donc pour toi dans un voyage, le prix de la nourriture et des visites n'est pas compris.	
78	L : Ben ça dépend, euh des fois ils disent que c'est compris dedans… Ben souvent quand on voyage la nourriture elle est comprise dedans mais quand on observe et qu'ils te disent… On ne sait pas toujours.	
79	I : Là on te dit le trajet a coûté 640€, la nourriture 200, les visites 320€. Pour toi le prix du voyage ne correspond que au trajet, pas à la totalité.	
80	L : Bah oui.	
81	I : En fait tu aurais assemblé tous les montants si on t'avait demandé le prix des dépenses pour une personne ?	
82	L : Euh oui.	
83	I : C'est ça. Donc là c'est le mot voyage qui t'a poussée à diviser juste le trajet.	
84	L : Oui.	
85	I : D'accord. Et le mot trajet, tu ne t'en es pas représenté d'images, tu l'as juste parlé ans ta tête.	
86	L : Oui.	

87	I : D’accord. Quand tu te parles dans ta tête, est-ce que c’est toi qui te parles avec ta voix, est-ce que c’est quelqu’un d’autre qui te parle ?	
88	L : C’est moi qui me parle mais dans ma tête.	Evocation verbale en 1ère personne (*moi*).
89	I : D’accord, et est-ce que tu entends ta voix ?	
90	L : Non.	
91	I : Non, tu te parles plutôt.	
92	L : Oui.	
93	I : D’accord. Et est-ce que tu imagines des mouvements ?	
94	L : Non.	Pas d’évocations de mouvements.
95	I : D’accord, très intéressant ! Comment est-ce que tu fais pour comprendre l’énoncé du problème ?	
96	L : Ben je le lis et après ben, souvent je le comprends.	Connaissance métacognitive sur elle-même : Louise semble savoir comment elle procède habituellement pour ce type d’exercice.
97	I : Tu le comprends. Est-ce que quand tu le comprends ça te fait penser à des choses que tu connais déjà ou pas ?	
98	L : Pas forcément.	
99	I : Pas forcément. Ça te fait penser à quoi ?	
100	L : Euh… à quelqu’un qui a un problème et qu’il faut aider pour qu’il puisse ne plus avoir de problèmes par la suite.	Mise en projet de résolution : Louise s’imagine devoir aider quelqu’un en difficulté.
101	I : D’accord. Est-ce que quand tu as une difficulté pour résoudre un problème (ou faire un exercice), tu préfères chercher la solution toi-même en t’aidant de moyens que tu as à ta disposition (ton classeur-outil ou autres), ou est-ce que tu préfères que ce soit quelqu’un qui t’explique le problème avec sa voix ?	
102	L : Dans un 1er temps je préfère chercher dans mon classeur et si je comprends encore moins je vais voir quelqu’un pour qu’il m’aide.	Hypothèse du projet de sens d’être avec les choses (l’élève préfère chercher seule ou dans ses outils). Les connecteurs de temps semblent appuyer un lieu de sens dans le temps.

103	I : D'accord. Donc tu préfères quand même chercher par toi-même, avec tes moyens, toute seule, tranquillement.	
104	L : Oui.	
105	I : Et quand tu as terminé tes problèmes, Monsieur B. vous propose souvent soit d'aider les autres, soit de faire du travail personnel. Que préfères-tu faire toi ?	
106	L : Aider les autres.	
107	I : D'accord, et comment est-ce que tu fais pour aider les autres ?	
108	L : Ben si j'étais plus grande qu'eux, comment je pourrais faire pour les aider ?	Mise en projet dans une situation qu'elle s'imagine.
109	I : Très intéressant, et du coup quelle est ta réponse ?	
110	L : Bah… je, je regarde quelle est leur difficulté principale et je les aide pour pouvoir faire les opérations et les phrases réponses.	
111	I : Tu les aides pour les opérations, ça veut dire quoi ? Ça veut dire que tu vas leur expliquer le problème, ou que tu vas leur expliquer l'opération, ou autre chose ?	
112	L : Je vais leur <u>expliquer</u> le problème, comme si c'était elle qui avait le problème et que moi j'étais par exemple la vendeuse et que elle, elle achetait par exemple des sacs de patates et que on devait savoir combien elle payait. Moi je dis que je suis la vendeuse et qu'elle achète tant de patates, et après je demande combien ça ferait si t'étais la dame.	Explication du problème à ses pairs, Louise essaye de les aider à se représenter la scène en s'incluant dedans comme actrice.
113	I : D'accord. En fait tu essayes de faire imaginer la scène aux autres.	
114	L : Oui.	
115	I : D'accord, et donc c'est eux qui doivent trouver seuls l'opération ?	
116	L : Ben un petit peu puisque sinon, si on leur donne l'opération et tout ça, moi je dis que c'est pas vraiment aider, c'est plutôt donner…	
117	I : Oui, tu as raison. Et qu'est-ce qu'il se passe d'autre quand tu les aides ?	

118	L : Ben je trouve ça bien parce que si j'ai des problèmes plus tard, j'aurai des amis sur qui compter.	Connaissance métacognitive sur les personnes : Louise sait qu'elle a tendance à aller aider les autres s'ils en ont besoin.
119	I : D'accord, très bien. Et quand tu apprends une règle de maths par exemple, ou une leçon de maths, tu la lis, tu te la redis dans ta tête, c'est ça ?	
120	L : Oui.	
121	I : Avec tes mots ?	
122	L : Oui.	
123	I : Et comment est-ce que tu fais pour la comprendre ?	
124	L : Ben euh… je ne sais pas moi !	
125	I : Est-ce que tu te la répètes pour la savoir par cœur parce que les mots sont importants pour toi ? Ou est-ce que tu t'imagines une situation dans laquelle tu vas l'appliquer la règle ?	
126	L : Ben je me dis, pour moi une règle ça ne s'apprend pas par cœur, il faut la comprendre pour pouvoir l'appliquer.	Geste de compréhension sollicité au moyen d'un projet de sens d'application. Evocation verbale (verbe *dire*).
127	I : D'accord, très intéressant, que peux-tu me dire d'autre à ce sujet ?	
128	L : Ben je me dis que si j'avais un problème, comment je pourrais l'appliquer.	Evocation verbale qu'elle place dans un imaginaire d'avenir. Le verbe *appliquer* attend d'autres éléments pour penser à un projet de sens d'application
129	I : D'accord, donc en fait tu t'imagines un problème dans lequel tu pourrais utiliser la règle ou la leçon, très bien ! Et comment est-ce que tu t'imagines ce problème ?	
130	L : Ben je m'invente un problème et après j'essaye de le résoudre et si y a pas la leçon dedans j'en invente un autre jusqu'à ce qu'il y ait la leçon pour que je puisse la comprendre correctement.	L'hypothèse d'une élève appliquante semble se confirmer : Louise donne des détails « techniques » sur sa façon de procéder pour comprendre un problème.

131	I : D’accord, et quand tu dis la comprendre, qu’est-ce qui te permet de comprendre ?	
132	L : Ben euh les mots clés qui sont à l’intérieur, dans le texte.	
133	I : D’accord. *Silence*. Comment tu réagis quand quelqu’un t’explique une leçon ?	
134	L : Ben bien, je me dis que comme ça je la comprendrai mieux.	
135	I : D’accord. Et si tu as déjà des idées sur la leçon, tu essayes de les raconter, de les prouver, de les démontrer ou bien est-ce que tu écoutes en te disant que c’est forcément l’autre qui a raison ?	
136	L : Ben j’écoute et après je me dis c’est bon ou c’est pas bon. Si j’ai faux j’ai reconnais, si j’ai bon je dis mais non c’est pas ça…	
137	I : D’accord, tu n’essayes jamais d’aller contre l’autre personne ? Ce n’est pas du tout négatif de faire ça, rassure-toi, ça peut être très constructif !	
138	L : Si souvent…	
139	I : Tu essayes d’aller contre la personne pour essayer de voir si ce n’est pas plutôt toi qui a raison ?	
140	L : Oui.	
141	I : Et comment est-ce que tu fais ?	
142	L : Mmh, je lui dis, mais non mais regarde, tu fais ça plus ça, tu n’as pas le même résultat, tu as celui-ci, je lui explique ma façon des choses pour lui démontrer que j’ai raison et qu’il a tort.	
143	I : Et si la personne te montre qu’elle a raison…	
144	L : Et ben je lui dis désolée j’avais cru que ma réponse était la bonne, mais merci de m’avoir démontré que ta réponse était la bonne.	
145	I : D’accord. Tu préfères tout mettre en œuvre pour comprendre et vérifier pourquoi ta réponse est bonne ou fausse.	
146	L : Oui.	

147	I : C’est intéressant ça ! Et sinon, est-ce que tu es rapide pour faire les exercices ?	
148	L : Heu oui.	
149	I : Alors comment est-ce que tu fais pour être aussi rapide ?	
150	L : Ben euh, en maths ça fonctionne rapidement dans ma tête. Je comprends vite le problème et je trouve facilement la solution.	Connaissance métacognitive de Louise sur elle-même : elle semble connaître ses capacités dans la discipline des mathématiques.
151	I : Tu me dis que ça fonctionne vite, comment tu peux dire ça, enfin comment tu expliques ça ?	
152	L : Ben j’ai pas forcément besoin de relire et relire encore le problème, c’est bon quand je l’ai lu une fois. Je prends la partie qui m’intéresse, et je vais directement sur ma feuille et je commence les opérations.	Habileté métacognitive de planification : description de la démarche effectuée.
153	I : D’accord. Comment est-ce que tu fais pour choisir une opération ?	
154	L : Bah je regarde s’il faut savoir la différence, ou additionner un temps pour en avoir un plus gros, ou diviser pour avoir plusieurs tas de composition, ou avoir un plus grand nombre en faisant un « fois ».	Connaissance métacognitive sur les stratégies : Louise s’aide du sens de chaque opération pour choisir « la bonne ». Elle se donne une idée d’application de chaque opération au sens où elle en connait l’utilisation. Fait-elle des liens de différences ou de similitudes ?
155	I : D’accord. Donc si je comprends bien, tu comprends le problème en le confrontant au sens des quatre opérations que tu connais, ou d’autres éléments que tu connais et qui pourraient t’aider à résoudre le problème.	
156	L : Oui. Mais si je ne trouve pas je me dis que y a peut-être pas d’opérations dans le problème, mais c’est juste un problème où il faut simplement faire des phrases.	Habileté métacognitive de planification : l’élève s’interroge sur les étapes de sa démarche.
157	I : Faire des phrases…	
158	L : Mais souvent dans les problèmes de maths à l’école y a souvent des opérations.	

159	I : Oui, et il peut y avoir aussi des comparaisons : parfois ce n'est pas une des quatre opérations que tu connais, il faut regarder si quelque chose est plus grand ou plus petit…	
160	L : … oui.	
161	I : Tout ça tu le parles dans ta tête, et tu élimines les opérations dont tu n'as pas besoin ?	
162	L : Oui.	
163	I : D'accord, et tiens, est-ce que tu préfères éliminer les opérations dont tu n'as pas besoin ou est-ce que directement, en fonction de ce que tu t'es dit dans ta tête en lisant le problème, tu te dis toc c'est celle-là.	
164	L : Ben souvent je me dis ah c'est celle-là, ce n'est pas les autres.	Hypothèse d'une compréhension par liens de similitudes.
165	I : D'accord, tu fais les deux en fait : tu te dis c'est celle-là mais tu vérifies quand même que ce ne sont pas les autres.	
166	L : Oui.	
167	I : D'accord, très intéressant. Et sur la rapidité, qu'est-ce qui t'importe lorsque tu fais un problème : est-ce que tu veux à tout prix aller vite, ou est-ce que non tu vas vite parce que tu y arrives bien mais ce que tu cherches c'est quand même que le résultat soit le meilleur possible ?	
168	L : Ben plutôt avoir le bon résultat, et après ça m'est égal si je le fais vite ou pas rapidement.	Hypothèse d'un projet de sens de recordman : Louise semble chercher l'efficacité personnelle.
169	I : D'accord. Donc tu cherches le bon résultat. Tu m'as dit que tu te parlais pour trouver l'opération dans ta tête, est-ce que parfois tu imagines plusieurs solutions ou est-ce que tu n'en vois qu'une seule ?	
170	L : Ben j'imagine plusieurs solutions, je vois <u>laquelle est la meilleure</u> pour avoir une bonne idée dans ma tête.	Habileté métacognitive de contrôle : vérification de la solution la plus adéquate.
171	I : D'accord, et est-ce que tu te fais d'abord une idée du résultat ou est-ce que tu imagines juste l'équation à faire ?	

172	L : Ben j'imagine juste l'équation à faire par ce que si j'imagine le résultat c'est un peu compliqué.	
173	I : C'est un peu compliqué…	
174	L : On a des gros nombres et s'imaginer le résultat c'est moins facile.	
175	I : D'accord, et quand tu as ton résultat, tu l'écris directement ou tu regardes si c'est cohérent…	
176	L : … ben je regarde d'abord si c'est cohérent avec mon énoncé.	Habileté métacognitive de contrôle : Louise considère la cohérence de la solution.
177	I : C'est vrai ?	
178	L : Oui.	
179	I : Et est-ce que parfois ça ne l'est pas ?	
180	L : Euh… des fois ça ne l'est pas donc je me dis sur ma calculette j'ai du appuyer sur le mauvais bouton.	
181	I : D'accord, et dans ce cas tu reprends ?	
182	L : Oui.	
183	I : Et comment est-ce que tu sens que ce n'est pas la bonne réponse ?	
184	L : Ben que soit le nombre est trop petit ou trop grand, ou qu'il n'a aucun rapport avec ce qu'on a demandé.	Compréhension de la réponse avec une comparaison mentale à des évoqués mémorisés : s'il y a des similitudes c'est cohérent. Habileté métacognitive de contrôle : vérification de l'ordre de grandeur de la solution.
185	I : Très intéressant, en fonction du sens du problème et de la réponse, tu observes si c'est un peu logique avant d'écrire la réponse.	
186	L : Oui.	
187	I : D'accord.	
188	L : Mais je l'écris d'abord pour ne pas la perdre, et après je regarde si elle est bonne.	
189	I : D'accord. Tu fais ça à chaque fois ?	
190	L : Oui.	

191	I : D'accord. Donc si je reprends un petit peu tout ce que tu m'as dit : tu commences par lire le problème, tu te le redis dans ta tête. Avec tes mots ?	Evocations verbales en 1ère personne : Louise utilise ses mots à elle.
192	L : Oui.	
193	I : Pour essayer de le comprendre et pour trouver l'opération qui correspond. Ensuite on a vu que tu préférais trouver la réponse par toi-même d'abord avec les choses plutôt que des réponses orales. C'est ça ?	
194	L : *Acquiescement de la tête.*	
195	I : Quand tu aides les autres, tu préfères d'abord leur expliquer, leur faire comprendre, et toi en revanche, quand tu apprends une leçon, ton objectif c'est de l'appliquer.	Projet de sens d'application : en situation de tâche, Louise serait plus à l'aise en appliquant.
196	L : *Acquiescement de la tête.*	
197	I : Une autre question que je n'ai pas posée : quand tu fais un problème, ce qui t'importe c'est de trouver le moyen d'y arriver ou de trouver à tout prix la solution ?	
198	L : Le moyen d'y arriver, pour pouvoir avoir la solution.	Hypothèse d'un projet de sens de moyens : Louise semble prioriser la démarche au résultat.
199	I : D'accord, donc quand tu cherches un problème tu ne te dis pas, tiens ça pourrait faire telle chose, je vais le vérifier, tu te dis je vais trouver un calcul qui me permettra de trouver la solution, c'est plutôt ça ?	
200	L : Oui.	Louise semble confirmer ce projet de sens de moyens.
201	I : D'accord. Qu'est-ce que tu pourrais me dire d'autre sur ta façon de résoudre un problème comme ça ?	
202	L : Eu, je ne sais pas…	
203	I : Dans ta tête, est-ce qu'il y a des choses qui se passent, que tu ne m'aurais pas expliquées ou que je ne t'aurais pas demandées.	
204	L : Ben euh non, je crois pas.	
205	I : D'accord, et bien écoute on va s'arrêter là, merci de m'avoir répondu.	

1.5. Pauline

	Dialogue pédagogique avec l'élève	Premiers éléments d'analyse repérés
1	I : Je vais te donner l'exercice de contrôle que vous avez fait la semaine dernière. Je vais te demander de relire le 3ème énoncé, de relire ce que toi tu as fait pour bien te le remettre en mémoire et puis après, je vais te poser des questions pour savoir comment est-ce que tu as fait dans ta tête pour trouver les réponses. D'accord ?	Présentation de la tâche.
2	P : *Acquiescement de la tête.*	
3	I : L'objectif est que tu arrives à prendre conscience de comment tu as fait dans ta tête pour trouver le résultat et en fait, cela pourrait t'aider après dans d'autres exercices en maths et dans d'autres matières. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, tout est bon à entendre et à donner. Tu prends le temps dont tu as besoin et quand tu as terminé tu me dis.	
4	P : *Acquiescement puis concentration sur le problème. Au bout d'un moment* : C'est bon.	
5	I : Donc la semaine dernière, Monsieur B. vous a distribué la feuille de contrôle, et quand tu es arrivée à l'exercice 3, qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête ?	
6	P : Ben d'abord pour la 1ère question, vu qu'ils sont 8 amis, pour savoir le voyage d'une personne il fallait forcément tout calculer : la nourriture, les visites et le trajet.	
7	I : D'accord.	
8	P : <u>Après</u> on a un résultat, et vu que ça c'est pour 8 amis, il faut forcément le diviser par 8 parce que là on veut la réponse pour une personne.	Le cheminement serait-il temporel (connecteur de temps) ?
9	I : D'accord. C'est très intéressant ce que tu me dis mais comment est-ce que tu as su qu'il fallait faire une addition ? Qu'il fallait calculer d'abord le prix total ?	
10	P : Ben si l'on ne calcule pas le prix total on a le prix que pour une chose et pas pour tout le voyage.	

11	I : D'accord. Et comment tu t'es représenté le problème dans ta tête : est-ce que tu as imaginé une scène, est-ce que tu as vu une scène, un film, quelque chose qui bougeait, est-ce que tu as entendu quelqu'un qui racontait une histoire, est-ce que tu t'es parlé ?...	
12	P : Bah… *Long silence*.	
13	I : Qu'est-ce que tu peux me dire sur ta façon de faire quand tu as un problème à résoudre ? Tu ne l'imagines pas du tout ?	
14	P : Je n'imagine pas trop la scène. Je <u>parle</u> plus dans ma tête.	Pauline semble avoir des évocations verbales (verbe *parler*).
15	I : Tu parles plus dans ta tête, c'est très intéressant ! Qu'est-ce que tu te dis ?	
16	P : Ben je me pose des questions : comment je vais pouvoir faire.	Habileté métacognitive de planification : Pauline pense à la démarche à adopter.
17	I : D'accord. Tu ne te parles pas du tout de ce problème-là ? Ils font ceci ils font cela ?	
18	P : Ben si un peu mais…	
19	I : C'est très intéressant, qu'est-ce que tu peux me dire là-dessus ?	
20	P : Bah j'essaye d'abord de voir qu'est-ce que je peux faire pour voir le prix que ça va coûter quoi.	
21	I : D'accord, et est-ce que tu te racontes l'histoire ?	
22	P : Non, pas trop.	
23	I : Ce qui est sûr si j'ai bien compris c'est que tu ne vois pas d'images dans ta tête.	
24	P : Non.	
25	I : Et du coup tu me dis que tu te parles, est-ce que c'est toi qui te parles (avec ta voix), ou est-ce que tu entends la voix de quelqu'un d'autre ?	
26	P : Non c'est <u>moi</u> qui parle.	Il semblerait que les évocations soient en 1ère personne (pronom *moi*) et que Pauline se sente actrice de sa résolution (elle « se sent » l'effectuer).

27	I : C’est toi qui parle, d’accord. Et tu me dis que tu cherches ce que coûte le voyage en tout.	
28	P : Oui.	
29	I : Est-ce que tu l’imagines comme une chose globale, comme un tout, ou est-ce que tu te dis dans ta tête que d’abord il y a ça et puis ensuite ça à rajouter, et ça…	
30	P : Ben je dis plutôt d’abord il y a <u>ça, ça et ça</u> (*avec des gestes*).	Énumération d’idées : le temps pourrait être le lieu de sens privilégié de Pauline.
31	I : D’accord. Tu te sens plus à l’aise de faire les choses petit à petit, successivement ?	
32	P : Ben ça dépend des problèmes que j’ai en fait.	
33	I : Parfois tu vois tout d’un coup ?	
34	P : Tout oui. Oui en fait ça dépend.	
35	I : Si on reprend l’exercice d’avant, le problème de la tarte (on a besoin d’une pâte, de compote, de pommes, et on demande la masse de la tarte). Tu te dis plutôt que tu as une tarte dont tu vas imaginer la masse, ou est-ce que penses à des étapes ?	
36	P : Ben je me dis plutôt j’ai de la pâte, des pommes et de la compote.	
37	I : Tu vois les choses l’une après l’autre encore une fois.	
38	P : Oui.	
39	I : Tu parles donc des choses petit à petit.	
40	P : Oui.	
41	I : Donc pour le 3ème problème tu t’es dit d’abord je commence par trouver le prix total et ensuite pour une seule personne, c’est ça ?	
42	P : Oui.	
43	I : Et qu’est-ce qui se passe dans ta tête après ?	

44	P : Qu'est-ce qu'il se passe, bah… J'essaye de voir, ben par exemple, le trajet il a coûté 640€ mais je me dis, 640€ pour 8 personnes, j'ajoute la nourriture, 200€, et les visites, j'essaye de tout calculer dans ma tête, et après j'essaye de voir combien ça peut faire approximativement, et après je fais à la calculette.	Reformulation de l'énoncé en évocation verbale (phrase assez détaillée sans marqueur visuels). Pauline se fait une idée globale du résultat qui la sécurise : connaissance métacognitive sur les stratégies.
45	I : D'accord, c'est très intéressant ça. Donc tu essayes de faire l'opération dans ta tête globalement, pour avoir une première approximation, et après tu fais à la calculette ?	
46	P : Oui.	
47	I : Et comment tu fais dans ta tête pour trouver cette approximation. Par exemple pour trouver le prix total ?	
48	P : Le prix total… Ben 640€, je fais le trajet plus la nourriture, *petit silence*, ça fait 840€, plus 320, (*tout bas* ça fait 40 + 20), ça fait 1600.	
49	I : Et comment est-ce que tu as fait là dans ta tête ? Je t'ai vu réfléchir, mais qu'est-ce que tu peux me dire sur cette addition que tu fais dans ta tête ? Comment tu la fais dans ta tête ?	
50	P : Ben j'essaye d'abord de voir avec les unités comment je peux faire et après je calcule les centaines.	Marqueurs temporels qui montrent une linéarité.
51	I : Et les dizaines ?	
52	P : Ben je les fais plus avec les dizaines, je regroupe les dizaines et les unités.	
53	I : Tu commences par faire les dizaines et les unités ?	
54	P : Oui.	
55	I : D'accord, et ensuite tu fais les centaines ?	
56	P : Oui.	
57	I : D'accord, et tu fais comment : tu te les dis dans ta tête, tu te les parles ?	
58	P : Ben je les dis plutôt, j'imagine plus 200€, 640€, et j'essaye de tout calculer.	Evocation verbale (je *dis*).
59	I : D'accord, et tu trouves un nombre, puis tu tapes sur ta calculette, c'est plus pour vérifier la calculette si j'ai bien compris ?	

60	P : Oui.	
61	I : Et si tu ne trouves pas la réponse que tu as dans ta tête avec la calculette, tu fais quoi ?	
62	P : Et ben je recalcule à la calculette pour voir si j'ai eu une erreur, si c'était l'erreur de la calculatrice ou de moi, et si j'ai 2 fois la même réponse de la calculette, ben je mets la réponse de la calculette.	Habileté métacognitive de régulation : dans le cas d'un résultat qui paraitrait étonnant, Pauline change de moyen et emprunte sa calculette.
63	I : D'accord. Très bien. En fait ton objectif est bien évidemment de trouver la réponse, mais est-ce très important pour toi de faire des calculs intermédiaires ou est-ce que tu préfères aller directement au résultat ?	
64	P : Ça dépend, parfois je fais directement à la calculatrice… Ça dépend des problèmes, par exemple si c'est plus des problèmes arrondis, je vais plus les faire dans ma tête, mais s'il y a des centimes et tout ça, je fais plus à la calculatrice.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : selon les données du problème, Pauline se sait efficace sans calculette ou au contraire la mobilise.
65	I : D'accord, très intéressant. Est-ce que, lorsqu'il y a un exercice un peu compliqué ou que tu as un peu de mal à comprendre, tu préfères chercher toute seule un long moment, ou demander une aide orale à quelqu'un (un adulte, un autre enfant…) ?	
66	P : J'aurais préféré chercher toute seule au début et si vraiment je n'y arrive pas, demander de l'aide à quelqu'un.	Projet de sens d'être avec les autres si Pauline mobilise ses pairs pour l'aider.
67	I : D'accord. Si tu as une leçon dans ton classeur outil, est-ce que tu de préférence utiliser tous les outils que tu as dans ton classeur ou à ta portée pour trouver le résultat, pour comprendre la leçon, ou tu cherches juste dans ta tête puis tu demandes ?	
68	P : Je cherche plus dans ma tête et après je demande à quelqu'un.	
69	I : Tu ne cherches donc pas à utiliser les outils qui sont à ta disposition ?	
70	P : Non.	

71	I : D'accord. Est-ce que tu penses à d'autres choses que tu pourrais me dire sur ta façon de résoudre un problème, et celui-ci particulièrement (*à propos du 3*) ?	
72	P : Ben non pas trop.	
73	I : Pas trop. Est-ce que tu aimes bien aider les autres ou est-ce que tu préfères faire du travail personnel ?	
74	P : J'aime bien aider les autres.	
75	I : D'accord, et comment tu fais pour aider les autres ?	
76	P : Et bien je ne leur donnes pas tout de suite la réponse j'essaye d'abord de revoir ce qu'ils ont fait, et voir s'ils ont mal compris ou s'ils ont tout bien compris mais qu'ils n'y arrivent pas.	
77	I : D'accord. Quand tu dis qu'ils n'ont pas compris, qu'est-ce qu'ils n'auraient pas compris ?	
78	P : Ben par exemple que 640€ c'était pour les 8 et non pour une personne…	
79	I : D'accord. Tu leur expliques l'énoncé du problème.	
80	P : Oui.	
81	I : Une fois que tu penses qu'ils ont bien compris l'énoncé, comment est-ce que tu fais pour les aider ?	
82	P : Et ben je leur pose la question comment est-ce qu'ils peuvent calculer <u>d'abord</u>, <u>et après</u> s'ils répondent avec pas la bonne réponse je leur dis « essaye de chercher parce que ce n'est pas trop ce que j'ai trouvé ».	Des marqueurs temporels qui montrent une chronologie des idées.
83	I : D'accord. Ce que tu préfères faire en fait c'est leur expliquer le problème pour qu'ils trouvent eux-mêmes l'opération à faire.	
84	P : Oui.	
85	I : Donc tu ne les fais pas appliquer tout de suite en leur donnant l'équation et que eux la calculent ?	
86	P : Non.	

87	I : Et toi quand tu as une leçon ou un exercice comme le problème là, tu préfères d'abord essayer de comprendre le problème ou de foncer tête baissée vers la solution ?	
88	P : D'abord de comprendre le problème.	Connaissance métacognitive sur la tâche : Pauline sait ce par quoi elle doit commencer. Elle semble chercher à s'expliquer le problème dans sa tête.
89	I : D'accord. La chose la plus importante pour toi c'est de le comprendre, de l'expliquer dans ta tête, et après de trouver la réponse, c'est ça ?	
90	P : Oui.	
91	I : C'est intéressant ! Et en général tu penses que tu es plutôt rapide pour trouver la réponse ?	
92	P : Ça dépend si j'ai pas très bien compris le problème, je vais d'abord aller voir Monsieur B. pour lui poser des questions là où je n'ai pas compris, si j'ai tout compris et que c'est plutôt simple pour moi je vais aller rapidement oui.	
93	I : D'accord. Ce qui t'importe c'est d'aller assez vite pour passer à autre chose ou tu prends ton temps pour avoir la bonne réponse avant de passer à autre chose ?	
94	P : Je prends mon temps <u>pour être sûre</u> d'avoir la bonne réponse.	Hypothèse d'un projet de sens de recordman : Pauline cherche à être sûre d'elle et de son travail.
95	I : La vitesse n'est pas ton souci.	
96	P : Non.	
97	I : Ok. Ton objectif est donc de réussir à chaque fois à trouver la bonne réponse quel que soit le temps que ça prend. J'ai bien compris ?	
98	P : Oui.	
99	I : Très bien. *Mini-silence*. Quand tu te parles d'un problème, tu reformules dans ta tête l'énoncé…	
100	P : …oui.	

101	I : Est-ce que l'énoncé tu l'imagines déjà passé, et qu'il pourrait se produire plus tard ?	
102	P : Ben je pense que soit il s'est produit déjà, soit il est en train de se produire.	
103	I : D'accord. Après, si je comprends bien, tu te reformules l'énoncé progressivement, pas à pas.	
104	P : Oui.	
105	I : Pas tout d'un coup de manière globale.	
106	P : Non.	
107	I : D'accord. Donc tu préfères le comprendre le mieux possible avant de pouvoir trouver l'équation et le résoudre, et avant de demander de l'aide tu préfères réfléchir toute seule.	
108	P : Oui.	
109	I : Et cette aide, quand tu as besoin, tu préfères la trouver toute seule dans un cahier, dans un livre, ou tu préfères trouver de l'aide auprès de quelqu'un ?	
110	P : Euh ça dépend des problèmes…	
111	I : Et si l'on sort de la catégorie problème. En général, quelle que soit la situation, même dans le cadre d'un jeu de société par exemple, est-ce que tu préfères trouver toute seule comment ça fonctionne en lisant la notice ou bien que quelqu'un t'explique la règle.	
112	P : Je préfère que <u>quelqu'un</u> <u>m'explique</u> la règle parce que je ne comprends pas forcément tout en lisant.	Projets de sens d'être avec les autres (aide extérieure sollicitée) et d'explication (verbe *expliquer* relatif à la règle à comprendre).
113	I : Tu préfères en fait entendre…	
114	P : … oui…	
115	I : … l'explication plutôt que de la lire si j'ai bien compris. C'est ça ?	
116	P : Oui.	

117	I : D'accord. Donc en fait pour les problèmes, c'est ça aussi ? Tu m'as dit tout à l'heure « je préfère trouver la réponse dans ma tête mais si je ne la trouve pas je préfère aller demander au prof ou à d'autres élèves », c'est-à-dire plutôt que d'aller chercher dans mon classeur, donc tu préfères entendre une explication orale si j'ai bien compris.	
118	P : Oui.	
119	I : D'accord. Et est-ce que quand quelqu'un te donne de l'aide tu es tout de suite d'accord ou est-ce que tu te méfies et tu te dis qu'en effet la personne peut avoir raison mais qu'on peut faire d'une autre façon ?	
120	P : Non je ne me méfie pas trop parce que s'ils ont déjà fini, logiquement ils sont allés voir Monsieur B. et ils ont donc déjà eu la bonne réponse et pour moi ils ont la bonne réponse et ce n'est pas trop la peine de se méfier pour voir s'il y a d'autres solutions.	Pauline serait-elle plus à l'aise dans la composition avec ses pairs, étant d'emblée en accord avec eux ?
121	I : Ok. Et si tu as une solution, lorsque vous faites la correction par exemple, et qu'il y a quelqu'un qui en propose une autre, est-ce que tu vas te dire « c'est moi qui ai la bonne réponse donc je vais débattre, je vais donner des arguments pour ma réponse », ou est-ce que tu te dis tout de suite que tu as faux… ?	
122	P : Non <u>je me dis</u> plus que je vais proposer ma solution et voir si elle est bonne.	Évocation verbale (verbe *dire*).
123	I : D'accord. Et est-ce que tu vas être sûre de ta solution à fond ou est-ce que tu vas t'intéresser aussi à celles des autres et te dire que peut-être ils ont raison : comment ça se passe dans ta tête à ce niveau-là ?	
124	P : Bah j'essaye aussi d'écouter les autres et de ne pas être que sur MA solution pour voir si après j'ai pas forcément bon…	
125	I : Donc si on t'explique en fait, tu prends ce que l'on te donne sans forcément chercher à contredire la personne si j'ai bien compris ?	
126	P : Non, pas forcément à la contredire.	Le mot contredire semble la gêner, ce qui pourrait aller dans le sens du projet de sens de composition.
127	I : Voilà, donc tu vas dans son sens.	

128	P : Ben oui, après je ne la contredis pas forcément, je peux proposer ma solution, mais si c'est elle qui a la meilleure solution je ne la contredis pas.	
129	I : D'accord, tu essayes de la comprendre en te disant qu'elle est intéressante ?	
130	P : Oui.	
131	I : Tu vas plutôt être en accord avec la personne ?	
132	P : Oui plutôt en accord.	
133	I : Qu'est-ce que tu penses pouvoir me dire d'autre sur ta façon de faire dans ta tête pour faire un problème de maths ?	
134	P : Je ne pense pas avoir beaucoup d'autres solutions pour le faire…	
135	I : D'accord, et bien écoute je te propose qu'on s'arrête là, merci de m'avoir répondu.	

1.6. Roméo

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Tu vas relire l'exercice 3 de la fiche d'évaluation que Monsieur B. vous a distribuée la semaine dernière, tu vas relire la réponse que tu as faite et après tu vas essayer de réfléchir, de te souvenir comment tu avais fait dans ta tête pour trouver le résultat. D'accord ?	Présentation de la tâche.
2	R : *Acquiescement de la tête.*	
3	I : Tu prends le temps et qu'il te faut et quand tu es prêt tu me dis et je te poserai des questions sur ce que tu as fait dans ta tête.	
4	R : Je le lis à voix haute le texte ?	
5	I : Plutôt dans ta tête, pour te le remettre en mémoire.	
6	R : *Silence puis au bout d'un moment* : Je peux y aller ?	
7	I : Oui.	
8	R : Alors on nous dit qu'ils observent que ça leur trajet a couté 640€, la nourriture 200 et les visites 320. Je fais 640 + 200 + 320, ce qui va nous faire 1160. <u>Après</u> on nous demande, sachant qu'<u>ils sont</u> 8 amis, quel est le prix pour une personne, donc je vais diviser par 8, ce qui nous donne un total de 145. Et par contre ils sont partis 5 jours et on nous demande combien a coûté une journée de vacances pour chaque ami. Donc on prend le prix de 5 jours pour un ami, on le divise par 5, ce qui nous fait 29.	Evocation verbale de l'énoncé : phrases relativement détaillées sans marqueur visuel. Roméo ne s'inclut pas dans la scène qu'il se représente donc semble être plutôt témoin de sens. De plus il reformule l'énoncé en $3^{ème}$ personne (*ils*).
9	I : D'accord. Très bien. Est-ce que tu peux me dire ce qui s'est passé dans ta tête, comment est-ce que, quand tu as lu la question pour la toute première fois, tu as fait dans ta tête pour trouver la réponse ?	
10	R : *Silence.*	
11	I : Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse, tout ce que tu me dis est intéressant et bon puisque c'est ce que toi tu as fait.	

12	R : Dans ma tête j'ai réfléchi que fallait faire des « + » parce que voilà fallait <u>assembler</u>.	Evocation du sens de l'addition : Roméo semble privilégier le projet de sens d'explication. Cela fait penser également à une connaissance métacognitive sur les stratégies.
13	I : Très intéressant assembler.	
14	R : Et après ils nous demandaient, comme j'ai expliqué, que pour une personne alors il a fallu diviser.	Détail d'une partie de la démarche : habileté métacognitive de planification.
15	I : Est-ce que dans ta tête tu t'es représenté le problème d'une façon ou d'une autre ?	
16	R : Hum… un peu.	
17	I : Un peu ? Explique-moi comment tu te l'es représenté ?	
18	R : Ben les amis, ça leur fait 640, 200, 320… euh ben après je fais avec ma calculette…	
19	I : Je vais t'aider un peu à répondre. Est-ce que tu t'es fait un film de l'énoncé, est-ce que tu as vu des images dans ta tête…	
20	R : …non, pas vraiment…	
21	I : … est-ce que tu t'es parlé, tu t'es raconté l'histoire dans ta tête, ou bien est-ce que tu entendais quelqu'un te raconter l'histoire dans ta tête, est-ce que tu imaginais un mouvement, qu'est-ce qui s'est passé ?	
22	R : Moi je ne me fais pas trop de film en fait, je <u>réfléchis</u> plutôt aux opérations.	Évocation des opérations à effectuer : aller-retour dans la bibliothèque mentale, geste de réflexion.
23	I : D'accord, donc tu n'as rien vu dans ta tête.	
24	R : Non pas vraiment.	
25	I : Tu n'as pas vu de film tu m'as dit, mais est-ce que tu aurais vu des opérations dans ta tête ou pas non plus ?	
26	R : Ben je les ai <u>vues</u>, j'y ai réfléchi…	Roméo aurait-il des évocations visuelles (verbe *voir*) ?

27	I : Oui. Explique-moi un peu plus, une fois que tu as lu un problème, quand on te donne un problème que tu ne connais pas, est-ce que tu te représentes le problème dans ta tête en le voyant d'une certaine façon, en l'écoutant, en l'entendant, en le parlant, ou jamais…	
28	R : Jamais.	
29	I : Alors comment est-ce que tu fais dans ta tête pour trouver l'opération, que là par exemple il fallait faire une addition avec 640, 200 et 320 ?	
30	R : Ben parce qu'ils me demandent quel est le prix du voyage donc ça ne sert à rien de faire une soustraction, il faut assembler tout. Moi je me dis que vu qu'ils assemblent tout, le trajet, la nourriture et les visites…	Confrontation du sens des opérations à la question en observant les différences entre opérations. Evocation verbale de l'énoncé en 3ème personne (*ils*). Roméo semble acteur de sa résolution (*je* me dis).
31	I : En fait, tu réfléchis à l'opération à effectuer en fonction du sens des quatre opérations, c'est ça que je comprends.	
32	R : Oui.	
33	I : D'accord. Et tout ce que tu me dis là, il faut qu'ils assemblent le trajet, la nourriture et les visites, tu ne t'en fais pas d'images.	
34	R : Non.	
35	I : En fait tu te le dis dans ta tête : ils assemblent tout, ça me fait penser à l'addition, c'est ça ?	
36	R : Hum.	
37	I : Donc en fait, en quelque sorte, tu te parles un petit peu à l'intérieur de ta tête.	
38	R : Oui.	
39	I : D'accord. Et est-ce que c'est toi qui te parles ou une voix qui te le raconte ?	
40	R : C'est *moi*.	Evocations verbales : Roméo se parle dans sa tête. Roméo semble acteur de sens, c'est sa voix qu'il entend (pas une « voix off »).
41	I : C'est toi, d'accord. Est-ce que tu te donnes d'autres éléments : est-ce que tu t'imagines d'autres choses qui peuvent t'aider ?	

42	R : Quelques fois quand c'est super dur je me fais quelques images… par exemple je m'imagine les gens… Par exemple celui-là vers le début (*en parlant du problème*), je l'avais un peu imaginé dans ma tête avec les personnes… Par exemple je m'imaginais les personnes avec le prix au dessus, et après je divisais les personnes…	Roméo semble se faire quelques évocations visuelles (*images* que l'on suppose visuelles). Cheminement plutôt temporel : connecteur de temps.
43	I : D'accord, en fait tu t'es fait un genre de petit dessin dans ta tête, comme ce que Monsieur B. fait un peu au tableau de temps en temps ?	
44	R : Oui.	
45	I : Et cela pouvait t'aider en premier juste pour comprendre l'énoncé ?	
46	R : Oui, et un peu aussi pour les opérations.	
47	I : Pour savoir quelle opération il fallait faire ?	
48	R : Oui.	
49	I : D'accord. Et cette scène quand tu te la parles dans ta tête et que tu en vois des images, c'est quelque chose qui s'est déjà passé, qui est en train de se passer en même temps que tu racontes, ou qui va se passer plus tard ?	
50	R : Ben qui est en train de se passer, le temps je n'y fais pas trop attention… Je ne sais pas…	
51	I : Tu ne sais pas… D'accord. Donc tu m'as dit que pour l'addition tu avais imaginé qu'il fallait additionner les trois montants là, et ensuite comment est-ce que tu as fait pour savoir qu'il fallait faire une division ?	
52	R : Ben je me suis dit, vu qu'ils sont huit personnes, on nous demande pour une, il ne va pas falloir multiplier, il va falloir diviser parce que comme ça si t'enlève une personne dans les 1160€ partagés avec les 8 amis, ben on va savoir combien la personne va utiliser, et après je vais trouver le résultat.	Evocations verbales (verbe *dire*) placées dans un univers plutôt temporel (connecteurs temporels). Roméo semble toujours acteur de sens et parait chercher les différences entre les opérations pour choisir celle qui lui semblera la plus adaptée. Il décrit une habileté métacognitive de planification en détaillant sa démarche.
53	I : En fait tu partages la somme.	
54	R : Oui.	

55	I : D'accord. Là encore tu te le parles, tu te dis je fais ça, et je fais ça…	
56	R : Oui.	
57	I : Ça me fait penser à une autre question : quand tu parles, tu te parles dans l'ordre ou est-ce que toutes les idées te viennent d'un coup ?	
58	R : Ben je réfléchis <u>dans l'ordre</u>.	Hypothèse d'un fonctionnement dans le temps.
59	I : Dans l'ordre, donc tu vas d'abord commencer par faire quelque chose, ensuite une 2ème opération, ensuite la 3ème. Ce n'est pas un ensemble de réponses qui viennent d'un coup et que après tu organises sur ta feuille.	
60	R : Un peu si quand même…	
61	I : Alors explique-moi, toutes tes réponses sont intéressantes !	
62	R : Ben moi d'un coup ça me vient, mais faut toujours commencer dans <u>l'ordre</u> alors je commence par les 640 et tout, je mets « + », après je sais que faut diviser par 8…	Ce terme *ordre* qui est répété semble indiquer que Roméo inscrit sa démarche dans le temps.
63	I : Hum hum. Pour reformuler autrement, est-ce que d'entrée de jeu quand tu as lu la question tu savais que tu pouvais ne faire qu'une seule opération, enfin qu'il faudrait diviser par 8, ou tu t'es dit alors pour commencer ils ont payé une certaine somme donc il faut que je commence par là, ensuite je diviserai ?	
64	R : Ben <u>je me suis dit</u> qu'il faudrait tout diviser par 8.	Evocation verbale (verbe *dire*) en 1ère personne.
65	I : Tu as vu le résultat de manière générale en fait.	
66	R : Oui.	
67	I : Est-ce que tu vois toujours le résultat directement ou est-ce que tu dois faire des étapes.	
68	R : Ça dépend, quand c'est vraiment complexe et qu'il y a beaucoup de questions je fais souvent <u>étape par étape</u>, mais quand c'est assez facile, qu'il n'y a pas trop de questions, comme là, ben ça va… *Silence*.	Lieu de sens situé dans le temps.

69	I : D’accord. Une autre question : est-ce que quand tu ne connais pas la réponse à une question, bon là tu as réussi sans problème d’un seul coup j’ai eu l’impression, mais est-ce que quand tu trouves que c’est un peu difficile tu préfères chercher la réponse toi-même avec tous les moyens que tu as à ta disposition, ou bien est-ce que tu préfères que quelqu’un t’explique oralement ?	
70	R : Heu, je cherche la question.	
71	I : Tu cherches tout seul de ton côté ?	
72	R : Oui.	Hypothèse d’un projet de sens d’être avec les choses : Roméo semble plus à l’aise à travailler seul.
73	I : D’accord. Et quand vous avez fini votre travail et que Monsieur B. vous propose d’aider les autres ou de faire du travail personnel, tu préfères quoi ?	
74	R : Aider les autres !	
75	I : Et comment fais-tu pour les aider ?	
76	R : Ben quand ils ne comprennent pas trop je leur explique un peu les énoncés qu’il faut faire. Par exemple souvent j’aide L. car il a du mal, alors je lui explique qu’il faut faire 640 + 200 + 320, je lui explique après dans l’ordre et après il cherche.	
77	I : D’accord, alors tu leur expliques quoi : les opérations qu’il faut faire, l’énoncé, ou autre chose ?	
78	R : Je leur explique les opérations et un peu l’énoncé. Je les aide pour l’énoncé.	
79	I : D’accord, et tu les aides comment ?	
80	R : Ben j’aide un peu pour le début de la phrase, après le reste il cherche.	
81	I : D’accord. Très intéressant tout ça. Et quand il y en a qui t’aident, est-ce que tu les écoutes facilement, ou bien est-ce que tu aimes bien leur répondre avec tes idées à toi ?	
82	R : Ben en fait je crois que je ne me suis jamais fait aider…	

83	I : Tu ne t'es jamais fait aider… Admettons que Monsieur B. t'aide, comment ça se passerait ? Tu l'écouterais en acceptant d'un coup tous ses conseils ou est-ce que tu lui poserais des questions pour lui montrer ce que toi tu comprends ?	
84	R : Lui poser des questions pour que je lui montre un peu…	
85	I : Tu aimes bien lui montrer quand même que tu as compris.	
86	R : Oui.	
87	I : D'accord. Et j'observe que tu as souvent terminé parmi les premiers si je ne me trompe pas ?	
88	R : Oui.	
89	I : Alors comment est-ce que tu fais pour travailler aussi rapidement ?	
90	R : Ben c'est qu'aussi apparemment, j'ai assez une facilité pour comprendre les choses.	Connaissance métacognitive sur lui-même : l'élève sait qu'il a des facilités.
91	I : Tu me dis comprendre les choses : comment est-ce que tu fais pour comprendre, qu'est-ce qui se passe dans ta tête ?	
92	R : Ben j'arrive à comprendre vite, à mettre des idées dans ma tête, c'est que tout… comment expliquer… Ben ça vient comme ça, j'arrive bien à comprendre, les idées elles viennent…	Connaissance métacognitive sur lui-même : Roméo sait qu'il est rapide. Le fait d'être rapide pourrait-il laisser penser que Roméo est plutôt recordman ?
93	I : Quand elles arrivent dans ta tête les idées, tu fais comment ? Comme dans les problèmes tu ne vois rien mais tu te parles un petit peu ?	
94	R : Oui.	
95	I : Avec ta voix ?	
96	R : Oui.	
97	I : Et après tu fais quoi ? Ça te rappelle des souvenirs ? Est-ce que tu fais des liens avec des choses que tu as déjà vues ? Ou est-ce que tu joues avec des différences ?	
98	R : Je me fais des liens avec ce que j'ai déjà vu.	Roméo effectue des comparaisons entre les évoqués : des liens de similitude.

99	I : Des liens ? Des liens comment ?	
100	R : Ben par exemple, je fais surtout ça en conjugaison, parce que voilà, par exemple je me rappelle avec les règles de « a », je me dis si on peut dire « avait » je ne mets pas d'accent, si on ne peut pas dire « avait » je mets un accent. Je me souviens surtout de ces règles-là.	Evocations verbales (verbe *dire*). Liens de similitude : comparaison de sa démarche avec celle qu'il utilise pour la conjugaison : Roméo serait-il dans l'application ?
101	I : D'accord. Et pour d'autres règles tu te dis que c'est comme celle-ci, ou pas comme celle-ci ?	
102	R : Oui.	
103	I : Ok, tu fais des liens. Et en maths est-ce que tu as des liens qui te viennent comme ça ?	
104	R : En maths ?... Oui, ça dépend après de l'exercice. En problème, ben non pas vraiment, à part un petit peu avec les masses et les longueurs…	
105	I : Les masses et les longueurs c'est un peu le même tableau sauf que c'est l'unité qui diffère, donc tu fais des liens entre les 2. Tu t'es rendu compte que c'était le même tableau ?	
106	R : Sauf que les masses y en a un peu plus : myria, quintal et tonne.	Comparaison de deux tableaux de conversion : Roméo repère les ressemblances et différences.
107	I : Très bien. Du coup pour comprendre, si je me souviens bien de ce que tu as dit, tu commences par te répéter ou te reformuler dans ta tête ce que tu as vu ou entendu, et après tu fais des liens avec ce que tu connais déjà.	
108	R : Oui.	
109	I : D'accord, c'est intéressant tout ça. A propos de la vitesse, est-ce que ce qui t'importe c'est d'aller vite, aller plus vite que les autres pour terminer avant et faire autre chose, ou est-ce que ton but est de trouver le résultat en prenant ton temps pour être le plus sûr de toi ?	
110	R : *Silence*. Ben j'aime bien aller vite pour avoir fini à temps déjà parce que faut aussi être rapide sinon t'es obligée de tout refaire le travail, après ça te chamboule ce qu'on doit faire au tableau et c'est un peu gênant.	Hypothèse d'un projet de sens de recordman : recherche d'efficacité personnelle en *allant vite*. Connaissance métacognitive sur les stratégies : cette vitesse semble un atout pour Roméo.

111	I : Donc tu veux terminer rapidement.	
112	R : Oui.	
113	I : Est-ce que parfois tu te dis qu'il y a d'autres solutions que celle que tu as envisagée ou pas ?	
114	R : Oui.	
115	I : Oui, et alors comment est-ce que tu choisis celle que tu as prise ?	
116	R : Ben… je choisis celle qui est la plus censée.	Habileté métacognitive de contrôle : Roméo considère la cohérence de sa réponse.
117	I : Comment tu fais pour choisir celle qui est la plus censée ?	
118	R : Euh ben, je ne sais pas trop…	
119	I : Est-ce que tu te fais une idée de la réponse avant ou est-ce que tu imagines juste l'équation que tu tapes sur ta calculette ?	
120	R : Celle que je tape sur ma calculette, ou parfois quand on fait des petites opérations, 4x3 je ne sais pas, là je fais dans ma tête.	
121	I : Et est-ce que tu confrontes ton résultat à l'énoncé ? Je m'explique : est-ce que quand tu trouves le résultat tu passes directement à l'exercice suivant ou tu te dis « mon résultat est bizarre, je ne sais pas si c'est vraiment bon », ou est-ce que tu te dis juste que ça doit être bon.	
122	R : Je me dis que mon résultat peut être un peu bizarre… ça dépend…	Habileté métacognitive de contrôle : Roméo se méfie d'un résultat qui lui paraît *bizarre*.
123	I : Tu l'observes facilement ou tu ne fais pas forcément attention ?	
124	R : Je l'observe assez facilement.	
125	I : Et comment tu fais pour l'observer ?	
126	R : Je relis la réponse, <u>et après</u>, ben par exemple, j'ai un peu une facilité en maths, <u>je me dis</u>, tiens c'est bizarre, ça ça devrait faire plus avec le nombre de nombres qu'il y a.	Evocation verbale (verbe *dire*) dans le temps (connecteurs temporels). Importance accordée au sens du résultat obtenu : habileté métacognitive de contrôle.
127	I : Avec les nombres de départ…	
128	R : Oui.	

129	I : D'accord. Bon alors si je reformule un peu tout ce que tu m'as dit : quand on te donne un problème, tu le lis et ensuite tu te parles dans ta tête, si tu as besoin, tu te fais une petite image pour commencer…	
130	R : … oui…	Roméo confirme qu'il se fait des évocation verbales et éventuellement visuelles.
131	I : …mais après, ce qui t'aide à trouver la solution, à trouver l'équation à faire, c'est que tu te parles dans ta tête.	
132	R : Hum.	
133	I : Voilà, après tu trouves l'équation en fonction du sens de l'opération à faire, c'est ça ?	
134	R : Oui.	
135	I : Euh, tu comprends le problème en faisant des liens avec ce que tu as déjà vu, c'est toi l'acteur principal qui parle, ce n'est pas quelqu'un d'autre que tu vois ou que tu imagines faire la scène.	
136	R : Non.	Il confirme également qu'il est plutôt acteur de sens.
137	I : Quand tu as un peu de mal, si tu as des outils à ta disposition, tu préfères aller chercher toi-même ces outils que demander une aide orale à quelqu'un, c'est ça ?	
138	R : *Acquiescement de la tête.*	
139	I : Tu aimes bien aussi aller vite pour passer à autre chose. *Silence*. Et une petite question qui me vient là. Quand tu as une règle de maths à apprendre, est-ce que tu t'imagines un exercice dans lequel tu vas l'appliquer, ou bien est-ce que tu préfères te l'expliquer dans ta tête sans imaginer d'exercices ?	
140	R : Me l'expliquer dans ma tête.	Projet de sens d'explication ?
141	I : Te l'expliquer, donc pour la règle des « a/à » par exemple, tu l'apprends par cœur mais tu ne t'imagines pas d'exercices dans lesquels il faudra mettre la règle en application ?	

142	R : Si un peu.	
143	I : Un peu ? Comment alors ?	
144	R : Ben parfois il y a des petits exemples en dessous, j'enlève la réponse et je me dis, ben on peut dire avait ou pas, et après voilà.	Mise en application qui complète l'explication : hypothèse d'un projet de sens d'application.
145	I : D'accord, et après tu relis la règle et tu vois si c'est ça ?	
146	R : Oui.	
147	I : Donc tu appliques tout de suite en général, la règle.	
148	R : Oui.	
149	I : D'accord, très intéressant. Est-ce qu'il y a d'autres éléments que tu pourrais m'expliquer ?	
150	R : Je ne vois pas.	
151	I : Tu m'as dit tout ce que tu pouvais me dire sur ta façon de résoudre des problèmes ?	
152	R : Mmh.	
153	I : D'accord, et bien écoute merci de m'avoir répondu, on va s'arrêter !	
154	R : De rien.	

2. Deuxième série de dialogues pédagogiques avec les élèves

Tâche : Il s'agit pour les élèves de lire le problème suivant et d'essayer de le résoudre mentalement en réfléchissant dans leur tête à la façon dont ils procéderaient pour y répondre.

Une école dépense 100€ pour emmener une classe de 23 élèves avec son enseignant et un stagiaire au théâtre où ils vont assister à un spectacle. Combien coûte la place pour une personne ?

2.1. Eugénie

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Alors je te donne un nouvel exercice : un problème que tu ne connais pas. Tu vas le lire dans ta tête et tu vas essayer de réfléchir comment est-ce que tu fais dans ta tête pour le résoudre.	Présentation de la tâche.
2	E : D'accord.	
3	I : Tu prends autant de temps que tu veux puis après je te demanderai comment tu as fait. Ça va être un peu le même genre de questions que la dernière fois sur ce problème nouveau.	
4	E : D'accord. *Mise en situation de tâche puis au bout de 15-20 secondes* : ça y est.	Eugénie est très rapide, elle va presque trois fois plus vite que ses pairs pour répondre.
5	I : C'est bon ?	
6	E : Oui.	
7	I : Alors comment est-ce que ça s'est passé dans ta tête dès que tu as lu le problème ?	
8	E : Mmh… Euh ben je me suis dit y a une maîtresse, un directeur, ben ils organisent ça, puis après ils vont au spectacle, puis après ils le regardent.	Evocation verbale du problème (verbe *dire*). Eugénie se construit une représentation mentale du problème en reformulant l'énoncé comme si elle se racontait une histoire : habileté métacognitive de planification.
9	I : D'accord, du coup tu t'es parlé dans ta tête ?	
10	E : Euh oui, un peu.	
11	I : Un peu, tu t'es redit le problème dans ta tête ?	
12	E : Oui.	
13	I : Avec tes mots ?	
14	E : Oui.	
15	I : Tu as pris des nouveaux mots dans ta tête ou ceux du problème ?	

16	E : J'ai pris… ceux-là.	Evocation en 3ème personne : Eugénie reprend les mots du texte.
17	I : Ceux-là, d'accord. Donc tu as évoqué le problème, tu t'es fait une représentation du problème en le reparlant dans ta tête.	
18	E : Oui.	
19	I : D'accord. Et qu'est-ce que tu peux me dire d'autre sur cette représentation, sur ce que tu t'es dit dans ta tête ?	
20	E : Euh, rien… Pas forcément quelque chose…	
21	I : Tu t'es donc redit l'énoncé, et après qu'est-ce qui s'est passé ? Une fois que tu t'es fait une idée de l'énoncé ?	
22	E : Et bien après je me suis dit ce qu'il faudrait faire pour trouver la réponse.	Evocations verbales qui se confirment (verbe *dire*). Hypothèse d'un lieu de sens dans le temps (*après*).
23	I : D'accord, et comment est-ce que tu t'es dit ça dans ta tête ?	
24	E : Euh… ben faut faire 23 divisé par 100.	
25	I : Ça veut dire quoi ?	
26	E : Ça veut dire que j'ai commencé à chercher l'opération qu'il faut faire.	Habileté métacognitive de planification : recherche de l'opération adaptée pour résoudre le problème.
27	I : D'accord, très intéressant. Et comment est-ce que tu as cherché dans ta tête l'opération qu'il fallait faire ?	
28	E : Ben j'ai lu la question, puis comment faire pour… Au total ils ont dépensé 100€, et ils sont 23, comment on peut savoir pour une personne, et bah j'ai divisé !	Geste de réflexion : évocation de l'opération à effectuer.
29	I : Tu as divisé, très intéressant, ça veut dire que tu as comparé avec le sens de la division dans ta tête ?	
30	E : Oui.	
31	I : Donc tu as cherché quoi dans ta tête ?	
32	E : Euh… c'est-à-dire ?	

33	I : Tu as cherché l'opération.	
34	E : Oui.	
35	I : Et à quoi tu as fait appel dans ta tête pour savoir que c'était une division ?	
36	E : Euh… je ne sais plus…	
37	I : Tu as comparé avec toutes les opérations que tu connais ou est-ce que tu as pensé directement à la division ?	
38	E : Je suis tombée directement sur la division.	Eugénie se créerait-elle des liens de similitude entre ses évoqués mémorisés et l'évoqué en présence ?
39	I : Tu n'as pas passé en revue les différentes opérations en disant ça ça correspond ou ça ça ne correspond pas ?	
40	E : Non.	
41	I : Donc tu as lu le problème, tu te l'es redit dans ta tête et est-ce que tu voyais des mots dans ta tête ou tu parlais juste sans avoir d'images ou sans rien entendre ?	
42	E : Euh bah j'avais des images.	
43	I : Tu avais des images, et tu voyais quoi alors ?	
44	E : Euh un directeur et une maîtresse parler ensemble, <u>et puis après</u> une pièce de théâtre, euh, un spectacle.	Eugénie semble décrire des évocations visuelles avec la présence de deux personnes. Lieu de sens vraisemblablement dans le temps (connecteurs de temps).
45	I : D'accord, est-ce que tu peux me décrire un peu plus cette scène ?	
46	E : Euh… C'est-à-dire qu'il y a un directeur et une maîtresse qui parlent ensemble pour voir ce qu'ils pourraient faire comme sortie, et euh, après… Ils ont trouvé ça et ils ont cherché combien ça coûtait pour tout le monde mais ils ne savent pas combien ça coûte pour une personne, par exemple pour dire aux parents combien il faut payer pour aller là-bas, pour que leurs enfants aillent là-bas, et puis après les enfants qui vont dans la salle de spectacle et qui regardent le spectacle.	Eugénie semble témoin de sens puisqu'elle ne s'inclut pas dans la scène qu'elle décrit.

47	I : Et tout ça tu as eu des images ?	
48	E : Euh oui.	
49	I : Tu as vu des personnes ?	
50	E : Oui.	
51	I : Elles étaient comment ?	
52	E : Ben… une fille et un garçon je ne sais pas !	
53	I : Est-ce que c'étaient des gens que tu connaissais ?	
54	E : Non.	
55	I : Ce n'étaient pas des enseignants ou des directeurs que tu connais ?	
56	E : Non.	
57	I : Et toi tu faisais partie de la scène ?	
58	E : Non.	
59	I : Donc tu n'étais pas dans les enfants qui allaient au spectacle.	
60	E : Non.	Témoin de sens : Eugénie ne se sent pas participer à la scène qu'elle décrit.
61	I : Et est-ce qu'il y avait une seule image avec tout dessus ou est-ce c'étaient plusieurs images à la suite ?	
62	E : Plusieurs.	
63	I : Plusieurs ? Y en avait combien à peu près ?	
64	E : Deux.	
65	I : Deux ? Est-ce que tu peux me les décrire ?	
66	E : Y en a une où c'était le maitre et le directeur et puis l'autre c'est le spectacle.	Deux images visuelles qui correspondent à deux étapes dans le temps.
67	I : D'accord, alors le spectacle, qu'est-ce que tu as vu là ?	
68	E : Bah des enfants dans une salle de spectacle, assis sur des sièges et qui regardent.	Évocation visuelle (éléments de détails précisés).
69	I : D'accord, ok. Et ça, tu l'as vu en même temps que tu te parlais l'histoire…	

70	E : … euh oui…	
71	I : … ou avant ou après ?	
72	E : En même temps.	
73	I : En même temps, ok. Et quand tu as pensé à la division, tu m'as dit que tu as tout de suite pensé à l'opération qu'il fallait faire et que c'était une division. Qu'est-ce qui t'a aidée : c'est de te parler ou ce sont les images qui t'ont aidée ?	
74	E : Mmmh… De me parler.	
75	I : C'est de parler, d'accord. Les images elles servaient plutôt à quoi ?	
76	E : Euh, à dire comment ça se passait là-bas… Euh, à rien !	Les évocations verbales semblent plus utiles que les évocations visuelles.
77	I : A rien ?!	
78	E : C'était comme ça !	
79	I : Ok. Du coup, tu t'es représenté la scène en la parlant avec tes mots donc effectivement j'ai vu que tu avais reformulé comme si tu t'étais racontée une histoire toi-même.	
80	E : Hum.	
81	I : Oui, donc après tu as pensé à la division, donc comment est-ce que la division… Qu'est-ce t'elle t'évoque dans ta tête ?	
82	E : Euh… Comment faire pour… Euh non je ne sais pas. C'est… j'sais pas.	
83	I : Si on te dit division, ça te fait penser à quoi ?	
84	E : Partage !	Connaissance métacognitive sur les stratégies : le sens de l'opération est un atout pour l'élève. Evocation du sens de la division, hypothèse d'un projet de sens d'explication.
85	I : Partage, donc partage ça veut dire quoi ?	
86	E : Division !	
87	I : Est-ce que ça te fait penser plus du coup à l'explication de la division ou l'application de la division ?	

88	E : A l'explication.	
89	I : D'accord, donc tu t'es dit qu'il fallait faire une division, ok.	
90	E : Oui.	
91	I : Et après comment est-ce que tu l'as faite dans ta tête la division ?	
92	E : Euh… Ben là je ne vais pas tout de suite répondre à la division, mais euh je ne sais pas.	
93	I : Si jamais tu as une division à faire dans ta tête, comment tu la fais dans ta tête ?	
94	E : Euh… *Silence*. Euh bah je me dis qu'il faut d'abord marquer le nombre, après faire un trait horizontal après vertical…	Éléments de détails qui pourraient montrer un projet de sens d'application de la division, mais ce projet n'est pas trop en accord avec les autres éléments relevés.
95	I : Tu la poses à l'écrit…	
96	E : Oui.	
97	I : Et si tu le fais dans ta tête, est-ce que tu poses…	
98	E : Je le pose dans ma tête.	
99	I : Tu le poses dans ta tête, est-ce que tu le poses avec des images ou est-ce que tu le poses en te parlant ? Ou est-ce que tu fais les deux…	
100	E : Ben euh je me vois écrire comme ça.	Evocation visuelle (verbe *voir*) du processus qui serait employé par Eugénie dans sa tête pour résoudre la division comme à l'écrit. Elle est de plus actrice de sens de sa résolution.
101	I : Tu te vois écrire…	
102	E : Oui.	
103	I : D'accord, c'est intéressant ce que tu me dis ! Je cherche à comprendre comment tu fonctionnes dans ta tête donc je n'ai pas la réponse, c'est toi qui l'as ! Du coup c'est toi qui écris donc c'est ton écriture ?	
104	E : Oui.	
105	I : Oui, et tu écris sur quoi ?	

106	E : Une feuille ?	
107	I : Une feuille. Dans ta tête tu vois un fond de couleur ?	
108	E : Bah blanc.	Evocation visuelle de par les détails énoncés.
109	I : Blanc, d'accord, et tu écris avec quoi ?	
110	E : Un crayon de bois.	
111	I : Un crayon de bois, d'accord, et donc tu vois l'addition, euh la division qui se pose dans ta tête alors ?	
112	E : Oui.	
113	I : Et après ? Là tu l'as juste posée, pour la calculer tu vas faire comment ?	
114	E : Ben avec Monsieur B. on prend la calculatrice !	
115	I : Oui, mais parfois cela arrive que vous fassiez du calcul mental !	
116	E : Oui bah… C'est 100 divisé par 23, on ne peut pas faire 1 ni 10 donc on prend le chiffre entier…	Evocation verbale : « discours » sans marqueur visuel qu'Eugénie semble se faire dans sa tête.
117	I : … oui…	
118	E : Après je cache le 3, je cache le 0, et 10 divisé par 2 ça fait 5, je marque un petit 5 mais je ne suis pas sûre que ce soit ça… Non… Donc après 5x3… Non c'est une fois… Non je ne sais pas… Euh…	Forte présence d'évocations verbales (description assez bien détaillée).
119	I : Donc en fait, si je résume un peu, tu fais dans ta tête exactement comme si tu le faisais sur ton cahier, tu le poses dans ta tête comme tu le poserais à l'écrit.	
120	E : Oui.	
121	I : Donc tu vois et tu parles en même temps.	
122	E : Oui.	
123	I : C'est ça ?	
124	E : Ben oui.	
125	I : Qu'est-ce qui est le plus important ?	
126	E : Ben l'écrit… enfin pour faire la division c'est l'écrit mais pour les images c'est quand je parle…	Evocations visuelles et verbales : Eugénie évoque l'écrit et la parole.

127	I : Si tu le fais à l'oral, si tu le fais dans ta tête, ce qui est le plus important c'est ce que tu vois ou que tu te parles ?	
128	E : Mmh… les deux.	
129	I : Les deux sont nécessaires ?	
130	E : Oui.	
131	I : D'accord, donc ça c'est très intéressant : tu as besoin de voir et de parler dans ta tête pour résoudre la division. Tu m'as dit aussi que pour diviser pour toi ça te faisait penser à partager, donc ça te fait penser à la théorie. Quand tu apprends une nouvelle leçon, en mathématiques, comment est-ce que tu l'apprends dans ta tête ?	
132	E : Bah euh, comme on me l'a dit ! Enfin je… la répète, je la lis dans ma tête, après je la lis à haute voix, après si j'y arrive vraiment pas je l'écris…	Évocations verbales : l'élève se *répète* une leçon.
133	I : … mmh…	
134	E : … et euh… après je la récite dans ma tête et puis après je la récite à haute voix.	Évocation verbale : Eugénie se parle dans sa tête.
135	I : Ok, donc ça veut dire que quand tu apprends une leçon, tu cherches à pouvoir la redire, c'est ça ?	
136	E : *Acquiescement de la tête.*	
137	I : Est-ce que tu te sens plus à l'aise dans l'explication de cette leçon, tu vas vraiment bien vouloir te l'expliquer, ou est-ce que tu vas chercher une situation pour l'appliquer ?... Est-ce que tu comprends ce que je te dis ?	
138	E : Euh… pas trop !	
139	I : Pas trop, donc … Qu'est-ce que tu as comme idée de leçon en mathématiques que vous ayez faite récemment ?	
140	E : Aujourd'hui on a fait les mesures agraires.	
141	I : Et bien très bien, les mesures agraires. Vous avez écrit le tableau.	
142	E : Oui.	

143	I : Comment tu vas l'apprendre dans ta tête ?	
144	E : Euh… ben là je sais déjà comment le faire ! C'est pareil que les mesures de longueur, sauf qu'on rajoute un petit ², parce que y a deux actions, et y a deux chiffres dans chaque colonne.	Comparaison en relevant les similitudes.
145	I : Ok, donc là déjà tu cherches à comparer avec quelque chose que tu connais déjà ?	
146	E : Ben là je le connaissais mais si y avait rien ben je ne verrais rien ! Si je ne pouvais pas comparer, ben je ne compare pas !	
147	I : D'accord, mais quand tu peux comparer, est-ce que tu fais des liens ?	
148	E : Un peu…	
149	I : Un peu, et dans ce cas tu cherches plutôt les ressemblances ou les différences ?	
150	E : Les différences.	
151	I : Les différences ? Comment ça ?...	
152	E : Ben je me dis le tableau que j'ai déjà appris, et puis j'écris le même, après je rajoute ce qu'il y a…	Eugénie semble observer les ressemblances, puis compléter au besoin.
153	I : D'accord, ok. Et tu penses que tu fais souvent comme ça ?	
154	E : Ben… je ne sais pas ! (*rires*)	
155	I : Non mais c'est intéressant ! Et si je te repose la question que je te posais tout à l'heure plus clairement : là par exemple pour le tableau des mesures agraires…	
156	E : … oui…	
157	I : … tu vas l'apprendre et comment est-ce que ça va se passer ? Il y a 2 possibilités et il n'y a pas de bonne ou de mauvaise hein, chacun fait comme il préfère : est-ce que toi tu apprends le tableau dans ta tête pour être capable de le redire, donc de le ressortir tel quel, ou est-ce que le tableau, quand tu l'apprends, tu te fais un petit exercice pour essayer de l'appliquer tout de suite ?	
158	E : Les deux…	

159	I : Tu fais les deux ?	
160	E : Oui ! Enfin ça dépend des fois !	
161	I : Si on prend l'exemple de la division, comment est-ce que tu l'as apprise cette division dans ta tête ?	
162	E : Mmh… *Rires*.	
163	I : Quand tu apprends une leçon c'est pour t'en resservir plus tard, tu es d'accord ?	
164	E : *Acquiescement de la tête.*	
165	I : Et quand tu t'en ressers plus tard, tu te rappelles de quoi ?	
166	E : Euh… bah de comment je l'ai appris, et puis après je m'en souviens !	Référence à la mémorisation : Eugénie semble se souvenir du contexte dans lequel elle a appris.
167	I : Alors comment est-ce que tu l'as apprise ?	
168	E : Euh… la division… euh je l'ai apprise avec K. l'année dernière…	
169	I : D'accord.	
170	E : … et euh… je ne sais pas. Enfin elle nous a dit qu'il fallait faire comme ça…	
171	I : Tu poses… tu reprends la technique que tu as vue au début.	
172	E : Oui.	
173	I : D'accord. Et donc quand tu as une leçon nouvelle, par exemple les mesures agraires, si là on fait un, tu m'as dit que tu l'avais déjà dans ta tête, donc si on fait un exercice avec ça, qu'est-ce qui va te revenir ?	
174	E : Ben que y a 2 chiffres dans chaque colonne, qu'il faut toujours mettre un petit ^{2} sinon… ça veut dire que y a 2 choses à faire…	Au niveau de la mémorisation Eugénie semble retenir les notions telles qu'elles sont sur son cahier par exemple pour être capable de les expliquer par la suite : cela peut cacher un projet de sens d'explication.
175	I : … mmh…	
176	E : … pour calculer l'aire d'un carré il faut faire la largeur fois la longueur…	

177	I : … mmh…	
178	E : … que les agriculteurs ils font euh des… euh je ne sais plus, rah je ne sais plus !	
179	I : Des hectares ?	
180	E : Oui ! Enfin tous les trucs comme ça !	
181	I : Donc en fait si je te parle des mesures agraires ce qui te revient c'est tout le tableau tel que tu l'as appris en fait.	
182	E : Oui.	
183	I : D'accord, très intéressant. Donc tu aimes bien l'explication, ça te fait penser exactement à ce que tu m'as dit, division tout de suite c'est partage.	
184	E : Oui.	
185	I : Ok. C'est bien ! Après, quand tu fais un problème, là celui-ci, est-ce que pour toi c'est très important de faire l'opération ou est-ce que pour toi c'est la réponse qui est primordiale ?	
186	E : C'est la réponse je trouve… Enfin moi c'est la réponse.	La réponse semble primordiale par rapport à l'opération qu'elle oublie parfois de noter sur son cahier : serait-elle plus à l'aise dans la finalité ?
187	I : Ok, et est-ce que parfois ça veut dire que tu oublies de poser l'équation sur ton cahier et tu notes que la réponse ou pas ?	
188	E : Oui.	
189	I : Oui, ça t'arrive ça ?	
190	E : Ben souvent…	
191	I : Et est-ce que tu peux me dire comment ça se passe dans ta tête du coup si tu trouves que la réponse est plus importante ?	
192	E : Euh ben je me fais l'opération dans ma tête et je ne la fais pas à l'écrit parce que je la connaissais déjà, parce que j'avais déjà trouvé la réponse.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : selon la situation et l'opération Eugénie ne passe pas par l'écrit, ce qui lui fait gagner du temps.
193	I : D'accord.	

194	E : Parce que j'avais déjà appris l'opération…	
195	I : Est-ce que ça veut dire que tu essayes parfois de te faire une idée de la réponse avant de faire le calcul ?	
196	E : Mmh… oui.	
197	I : Oui ? Et comment tu te la fais cette 1ère idée ?	
198	E : Ben c'est parce que je savais que ça allait faire ça… parce que j'avais appris… soit par mes tables ou… comme ça…	
199	I : Tu te sers de ce que tu connais déjà.	
200	E : Oui.	Dès que possible Eugénie semble mobiliser les acquis qu'elle a mémorisés pour trouver la réponse (au niveau du calcul notamment) : geste de réflexion.
201	I : Ok ok. Après, c'est une question que je t'ai déjà posée la dernière fois, mais admettons que pour ce problème-là tu aies quelque chose à trouver : est-ce que tu préfères que quelqu'un t'explique à l'oral ou est-ce que tu préfères chercher toute seule ?	
202	E : Je préfère chercher.	
203	I : Tu préfère chercher toute seule ?	
204	E : Oui je n'aime pas quand on m'aide, j'aime pas.	Projet de sens d'être avec les choses : Eugénie préfère travailler seule.
205	I : Tu n'aimes pas quand on t'aide, d'accord, ça veut dire que tu es plus à l'aise avec tes cahiers, tes livres… tout ça.	
206	E : Oui, je n'aime pas quand on touche à mes affaires, tout ça.	
207	I : Ok, c'est intéressant tout ça ! Qu'est-ce que tu fais d'autre dans ta tête pour résoudre un problème ?	
208	E : Euh… rien.	

209	I : Rien ? Si je résume un peu tout ce que tu m'as dit, quand tu lis le problème, après tu le redis dans ta tête, tu te re-racontes l'histoire à ta manière, en rajoutant des petites choses qui t'aident à comprendre, c'est ça ?	Reformulation du problème avec des évocations verbales en 1ère personne (reformulation personnalisée).
210	E : Oui.	
211	I : Et en même temps tu te fais des images, c'est ça ?	Présence d'évocations visuelles (*images* supposées visuelles).
212	E : Oui.	
213	I : Tu te représentes la scène avec des images.	
214	E : Mais en même temps.	
215	I : En même temps, les deux en même temps, oui, d'accord. Et y en a plusieurs des images.	
216	E : Euh… ben là y avait deux parce que y a deux actions je pense.	Evocations d'images mentales successives (*deux actions*) : temporalité.
217	I : Tu les vois l'une après l'autre ?	
218	E : Y a les dépenses et puis après y a le théâtre.	Capacité à synthétiser les informations.
219	I : Ok. Euh, ensuite, dans ta tête tout de suite tu penses à l'opération que tu vas faire.	
220	E : Oui.	
221	I : Donc ce que j'ai compris c'est que tu penses au sens de l'opération par rapport au sens de la question, c'est ça ?	
222	E : Oui.	Geste de réflexion quant à l'opération à effectuer.
223	I : Tu me dis hein si ce n'est pas très…	
224	E : … oui, si si c'est ça !	
225	I : Donc là tu t'es dit c'est une situation de partage donc il faut faire une division, est-ce que j'ai bien compris ?	Lien de similitude avec des acquis mémorisés : gestes de compréhension et de réflexion.
226	E : Oui.	
227	I : Oui. Et après tu as vérifié que les autres opérations n'auraient pas fonctionné ?	

228	E : Ça je ne le fais pas.	
229	I : Ça tu ne le fais pas ?	
230	E : Non.	
231	I : Tu ne m'as pas dit que tu comparais avec les autres opérations ?	
232	E : Ben souvent je suis sûre que c'est ça donc…	
233	I : D'accord, tu es sûre directement. Ok. Donc tu la choisis l'opération…	
234	E : … oui…	
235	I : … et si tu la fais dans ta tête, tu la fais en la posant visuellement dans ta tête et tu te parles pour la résoudre exactement de la façon dont tu as appris en classe.	Résolution de l'opération à l'aide d'évocations visuelles et verbales.
236	E : C'est ça.	
237	I : C'est ça ?	
238	E : Oui c'est ça.	
239	I : Ok. J'ai tout bien compris ?	
240	E : Oui.	
241	I : Est-ce que tu penses qu'il y a quelque chose que j'aurais oublié ou que tu aurais oublié de me dire ?	
242	E : Mmh… non.	
243	I : Alors juste un petit détail : quand tu lis le problème, est-ce que tu fais bien attention à tous les mots et tu es capable de tout me redire ?	
244	E : Euh, tout le redire comme ça ?	
245	I : Non non non non ! Pas redire mot à mot mais capable de redire tout ce qu'il y a dedans ?	
246	E : Oui.	
247	I : Et alors là j'ai juste une petite question : tu m'as dit qu'il y avait combien de personnes qui allaient au théâtre ?	

248	E : 23.	Petit défaut dans le geste d'attention : Eugénie se met en tête que seules 23 personnes partent et ne compte pas l'enseignant et le stagiaire.
249	I : 23. Y a juste les 23 élèves qui partent ?	
250	E : Euh y a aussi la maitresse, je pense… (*en jetant un coup d'œil au texte*) : avec son enseignant et un stagiaire. Donc ils sont 26, euh 25, donc ça fait 4. Non je ne sais pas. Oui ça fait 4, pile. Ça fait 4€ par personne.	
251	I : Ok. Alors pourquoi est-ce que tout à l'heure tu m'as dit qu'ils n'étaient que 23 et que là tu m'as dit qu'ils sont 25 ?	
252	E : Parce que j'ai oublié le stagiaire et l'enseignant…	
253	I : Est-ce que tu pensais qu'ils ne payaient pas ou est-ce que c'est juste que tu les avais oubliés ?	
254	E : Je les avais oubliés !	
255	I : D'accord, du coup est-ce que tu penses que tu n'avais pas été assez attentive à la 1ère lecture ?	
256	E : Je pense que c'est ça.	
257	I : Tu penses que c'est ça, d'accord. Et donc directement tu les as additionnés et tu m'as dit ça fait 4. Comment est-ce que tu as trouvé que ça faisait 4 ?	
258	E : Parce que 25 et 25 ça fait 50, et 50 et 50 ça fait 100.	Utilisation d'acquis mémorisés : geste de réflexion.
259	I : Ok.	
260	E : Et 100€ pour le total. Je ne sais pas, comme ça !	
261	I : Ok, est-ce que ça veut dire que ce sont des calculs que tu connais déjà dans ta tête ?	
262	E : Oui.	
263	I : Et ils étaient comment dans ta tête ces calculs ?	
264	E : Bah… faciles !	

265	I : Faciles, et est-ce que tu les as vus, ou est-ce que tu les as parlés ? Ou est-ce que tu les as entendus, ou autre chose ?	
266	E : Euh, plutôt vus.	
267	I : Ils sont intégrés visuellement dans ta tête ceux-là ?	
268	E : Oui.	
269	I : Alors tu les as vus comment ?	
270	E : *Rires*. Ben y avait 25 + 25… (*en mimant avec des gestes*).	Les évoqués mémorisés auxquels Eugénie fait appel semblent se présenter visuellement lorsqu'elle les mobilise d'après les gestes qui accompagnent ses réponses.
271	I : Ils sont posés en ligne du coup ?	
272	E : Oui.	
273	I : C'est ça ?	
274	E : Oui.	
275	I : 25 + 25, après y a un petit symbole = ?	
276	E : Oui.	
277	I : Et au bout c'est marqué quoi ?	
278	E : 50.	Ces différents détails « visuels » appuient l'idée d'évocations visuelles.
279	I : Et c'est ton écriture à toi que tu vois ?	
280	E : Oui.	Eugénie se met en scène dans sa résolution en voyant sa propre écriture.
281	I : Et après y en avait un autre qui s'est affiché dans ta tête ?	
282	E : Après c'est 50 et 50 ça fait 100.	
283	I : Ça fait 100, d'accord. Et est-ce que tu as eu besoin de te parler aussi, en même temps que tu les voyais ou est-ce que là tu ne t'es rien dit, tu les as juste vus apparaitre les calculs ?	
284	E : Je les ai juste vus apparaître.	

285	I : D'accord. Et après pour trouver que ça faisait 4, est-ce que tu as revu une nouvelle opération ou est-ce que tu t'es parlé ?	
286	E : Ben je me suis dit que 4x25 ça faisait 100.	Geste de réflexion : évocation d'acquis mémorisés.
287	I : D'accord. Cette fois tu m'as dit que tu te l'es dit.	
288	E : Oui.	
289	I : Tu n'as pas d'opération qui s'est affichée cette fois ?	
290	E : Euh bah… les deux en même temps.	
291	I : Les deux autres en même temps ?	
292	E : Tout en même temps en fait.	
293	I : Donc 25+25=50 et 50+50=100, c'est ces deux là qui se sont affichées ?	
294	E : Y a ces deux là et puis y a 4X25.	Geste de réflexion : évocation d'acquis mémorisés.
295	I : D'accord. Est-ce que celle-ci elle s'est aussi affichée en ligne comme une équation ?	
296	E : Oui.	
297	I : Ok ok. Est-ce que tu peux me dire autre chose sur ces opérations qui se sont affichées dans ta tête ?	
298	E : Mmh… non.	
299	I : Si je compare juste avec le tableau des mesures agraires que vous venez d'apprendre…	
300	E : … oui…	
301	I : … tout à l'heure tu m'as redit un peu tout ce qu'il y avait dedans.	
302	E : Oui.	
303	I : Est-ce que, si je te parle « tableau des mesures agraires », tu le vois ?	
304	E : Oui.	
305	I : Tu le vois comme ces opérations qui se sont affichées dans ta tête ?	
306	E : Oui.	
307	I : C'est ça ?	

308	E : C’est ça.	
309	I : Ok. Et pour évoquer tout ce qu’il y a marqué l’intérieur là tu le parles ou tu le vois aussi écris ?	
310	E : Euh… bah je dis y a ça y ci…	
311	I : D’accord, donc tu le parles en même temps que tu le vois.	
312	E : Oui.	
313	I : C’est ça, ok, ben écoute je pense que j’ai compris. Est-ce tu penses que tu as des choses à compléter ?	
314	E : Euh ben moi je veux bien faire le problème, ah ben j’ai déjà fait le problème ! C’est 4 ?	
315	I : C’est 4, et bien oui c’est ça ! On s’arrête là ?	
316	E : Ok.	
317	I : Et bien merci !	

2.2. Julie

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : C'est un nouvel exercice de problème que je te donne. Donc tu va le lire dans ta tête et puis après tu vas réfléchir dans ta tête à la façon dont tu vas faire pour le résoudre, d'accord ?	Présentation de la tâche.
2	J : *Acquiescement de la tête.*	
3	I : Et après je te demanderai comment tu as fait dans ta tête pour le résoudre. Tu prends autant de temps que tu veux. Ce sera ensuite le même type de question que la dernière fois mais sur cet exercice-là.	
4	J : D'accord. *Mise en situation de tâche puis au bout de 35s environ* : Je crois que j'ai trouvé.	Julie a été très rapide pour annoncer qu'elle avait la solution mais a mis deux fois plus de temps qu'Eugénie.
5	I : Tu as trouvé. Alors moi je vais te demander comment ça s'est passé dans ta tête dès que tu as lu le problème ?	
6	J : Déjà ils disent qu'il y a 23 élèves plus leur enseignant du coup il faut mettre un « + », ça fait 24, plus un stagiaire, ça fait 25, et pour savoir combien coûte une place il faut faire 100 divisé par 25…	Évocation verbale de la méthode de résolution envisagée, de manière très linéaire (par étapes). Cette présentation des étapes de résolution témoigne d'une habileté métacognitive de planification.
7	I : Et du coup tu m'as dit ils sont 23 élèves, après tu m'as dit « plus l'enseignant », et puis après « plus le stagiaire », donc tout ça tu te le parles ? Tu le dis dans ta tête ?	
8	J : Oui.	
9	I : Tu te le dis comment ?	
10	J : Ben déjà c'est comme si y avait… c'est… *silence*. Bah, je ne sais pas trop comment expliquer…	
11	I : Est-ce que tu te racontes l'histoire avec tes propres mots ?	
12	J : Oui.	
13	I : Oui ?	

14	J : Ben c'est comme si je… je pensais que y avait 23 élèves et que y avait par exemple leur maitre là, du coup on fait un plus…	Julie reformule en 1ère personne, avec ses propres mots. Elle semble également visualiser la scène (adverbe de lieu : *là*).
15	I : … mmh… Et tu me dis « là », est-ce que ça veut dire que tu les vois en même temps ou pas ?	
16	J : Ben non mais… *Mini-silence*. Ben si un peu en même temps, mais pas trop aussi !	
17	I : Alors vas-y explique-moi.	
18	J : En fait c'est comme si on partait en sortie et que y avait tous les élèves qui étaient rangés et à côté y avait leur enseignant.	Julie s'inclut-elle dans la scène comme actrice de sens en utilisant le pronom *on* ? Elle semble confirmer la présence d'image mentale visuelle en ajoutant des détails à sa réponse.
19	I : Mmh.	
20	J : Et du coup faut les compter, faut tous les compter en même temps.	
21	I : D'accord, tu te le redis et tu vois des images. Qu'est-ce qui vient en 1er ? Est-ce que tu te le dis d'abord et tu vois les images après ou les deux viennent en même temps ?	
22	J : Les deux viennent en même temps.	
23	I : Donc quand tu as lu le problème pour la 1ère fois…	
24	J : … ben déjà faut que je sache la question, parce que sinon…	
25	I : Donc tu lis le problème jusqu'au bout, et après, qu'est-ce qui se passe vraiment dans ta tête ?	
26	J : Ben je pense à ce qu'il faut faire… Ben je vois qu'il faut faire ça par exemple, c'est parce que… ah je ne sais pas comment dire !	La lecture de la question semble importante avant d'anticiper quoi que ce soit : connaissance métacognitive sur la tâche.
27	I : La 1ère fois que tu l'as lu, tu as pensé juste à l'opération, tu n'as pas vu d'images ? La 1ère fois, la toute 1ère fois que tu l'as lu.	
28	J : En 1er je n'ai pas vu d'image, j'ai juste fait comme ça.	

29	I : Tu as juste relu le problème, et est-ce que tu te l'es redit dans ta tête ?	
30	J : Bah oui.	
31	I : Oui ? Alors tu te l'es redit comment ?	
32	J : Ben je l'ai pas dit comme ça mais je l'ai dit y a 23 élèves qui partent en voyage avec leur maître et un stagiaire et ils disent qu'il faut la place pour une personne donc il faut tout additionner et après il faut diviser par 100.	Julie reformule l'énoncé verbalement dans sa tête : habileté métacognitive de planification.
33	I : Ça veut dire que tu as évoqué les données du problème seulement, et avec tes propres mots, c'est ça ?	
34	J : Oui.	
35	I : Tu penses que tu as repris exactement ceux du texte ou peu importe ?	
36	J : Peu importe.	Reformulation des données en 1ère personne : elle ne s'attache pas à garder absolument les termes du texte.
37	I : Peu importe. Et après dans ta tête ça t'a fait penser à une opération, est-ce que c'est bien ça ?	
38	J : Oui.	
39	I : Oui, alors cette opération, quelle est-elle ?	
40	J : Bah c'est une addition.	
41	I : Une addition pour commencer ?	
42	J : Oui.	
43	I : C'est quoi comme addition ?	
44	J : C'est 23 + l'enseignant et + le stagiaire.	
45	I : Ok. Comment est-ce que tu as pensé à l'addition ?	
46	J : J'ai vu la phrase réponse, parce que faut savoir pour une personne, et comme ils n'ont pas mis toutes les personnes là (*montrant le 23*) du coup faut additionner.	Geste de réflexion avec l'évocation de l'opération à effectuer. Connaissance métacognitive sur les stratégies : connaissance du sens de l'addition.
47	I : Mmh. Et dans ta tête quand on dit addition, ça te fait penser à quoi ?	

48	J : *Mini-silence*. Bah…	
49	I : Toutes les réponses sont bonnes hein !	
50	J : Plusieurs personnes ou objets, comme si on les mettait tous ensembles.	Julie évoque le sens de l'addition : projet de sens d'explication ? Connaissance métacognitive sur les stratégies : connaissance du sens de l'addition.
51	I : Ok, très intéressant, ça te fait penser donc au sens de l'addition. C'est ça ?	
52	J : Oui.	
53	I : Addition pour toi c'est rassembler. Et après, une fois que tu compares avec ce que tu as dans ta tête au niveau de la… enfin une fois que tu as trouvé le sens de l'opération, tu la choisis cette opération ?	
54	J : Oui.	
55	I : Et après comment tu fais dans ta tête pour la résoudre ?	
56	J : Bah je fais comme si y avait un gros paquet et que y avait plusieurs personnes à côté…	Modèle d'application de l'addition avec l'idée de paquets à réunir.
57	I : Mmh.	
58	J : C'est comme si on devait les rajouter comme ça.	
59	I : D'accord, donc là est-ce que ça veut dire que tu vois ces choses qu'il faut rajouter ou est-ce que tu te les parles encore ?	
60	J : Euh je ne les vois pas je les <u>parle</u>… enfin je…	Évocation verbale (verbe *parler*).
61	I : Tu te les dis dans ta tête.	
62	J : Oui.	
63	I : C'est ça ?	
64	J : *Acquiescement de la tête*.	
65	I : Donc pour l'addition par exemple, qu'est-ce que tu t'es dit ?	
66	J : Qu'il y avait par exemple plusieurs rangées d'élèves et qu'<u>à côté</u> y avait le stagiaire et leur maître, et du coup fallait bien, du coup le stagiaire il allait avec eux pour compter, et le maître aussi, et du coup ils les ont tous comptés en fait.	Évocation visuelle (détails relativement précis, le *à côté* accentue cette idée).

67	I : Ok. Donc là, maintenant que je te pose la question, tu vois toutes ces choses-là ?	
68	J : Ben… je ne sais pas trop.	
69	I : Quand tu l'as fait dans ta tête tu le voyais ou tu ne le voyais pas ?	
70	J : Si je le voyais.	Confirmation d'évocations visuelles (verbe *voir*).
71	I : Tu le voyais déjà…	
72	J : Oui mais pas tout à fait comme je l'ai expliqué en fait…	
73	I : D'accord, alors tu le voyais comment à ce moment-là ?	
74	J : Je ne sais plus comment dire… Euh… Parce que, et bah c'est comme si on avait compté tous les élèves, après le maître il a compté le stagiaire en plus, et après il s'est compté lui-même…	Lieu de sens dans le temps (connecteurs de temps).
75	I : Du coup tu as trouvé le nombre total, mais tu as trouvé en imaginant la scène ou en posant une opération ?	
76	J : En posant une opération.	
77	I : D'accord, et comment tu l'as posée cette opération ?	
78	J : Bah comme une opération, j'ai fait comme si y avait 23 élèves, plus l'enseignant et plus le stagiaire.	Évocation verbale : description de la façon de poser l'addition.
79	I : Là tu me fais des gestes en colonnes, ça veut dire que tu aurais posé l'addition en colonnes ?	
80	J : Bah, non là je l'ai fait comme si c'était en ligne.	
81	I : En ligne.	
82	J : Parce que si c'était avec des plus grands nombres j'aurais peut-être fait en colonne.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : Julie sait qu'elle serait plus efficace en posant l'opération en colonne selon la situation.
83	I : D'accord. Donc là en ligne ça te suffisait.	
84	J : Oui.	
85	I : Et ça tu le voyais ?	
86	J : Oui.	Évocation visuelle (verbe *voir*).

87	I : Et en même temps tu te parlais ?	
88	J : Oui.	Évocation verbale (verbe *parler*).
89	I : Tu te disais ce qui se passait ?	
90	J : Oui.	
91	I : Ok, donc tu as trouvé la somme. Après qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête ?	
92	J : Pour savoir pour une personne ?	
93	I : Mmh.	
94	J : Bah ça je ne sais pas trop comment expliquer. Mais je pense à… bah c'est… c'est comme si y avait 100€ et qu'on devait le diviser pour 25 personnes.	Évocation verbale de l'opération à choisir : geste de réflexion.
95	I : Ok, ça tu le dis ?	
96	J : Oui.	
97	I : Donc ça t'évoque une opération ?	
98	J : Oui.	
99	I : Ça t'évoque quoi ?	
100	J : La division ?	
101	I : Ok. Alors comment est-ce que tu penses à la division dans ta tête ?	
102	J : Parce que quand ils disent c'est la place pour une personne, du coup c'est forcément une division, ça ne peut pas être un moins ou un plus…	Lien de similitude : comparaison entre des évoqués mémorisés et la situation, donc geste de compréhension.
103	I : Est-ce que dans ta tête avant de trouver que c'était une division tu as comparé avec ces autres opérations que tu me dis ou est-ce que tout de suite ça t'a fait penser à la division ?	
104	J : Ça m'a fait penser à la division.	
105	I : D'accord, et dans ta tête division ça te fait penser à quoi ?	
106	J : A… quand on fait… quand par exemple on a une… une, par exemple un objet qu'on veut <u>diviser en plusieurs parties</u>.	Évocation du sens de la division : hypothèse d'un projet de sens d'explication.
107	I : Ok, donc dans ta tête il y a l'explication de la division qui arrive quand tu penses à la division ?	

108	J : Oui.	
109	I : Ok, très bien. Donc du coup là tu t'es dit dans ta tête, tu as vu les données que tu avais dans ta tête, ça t'a tout de suite fait penser à la division parce que dans la division il faut partager.	
110	J : Oui.	
111	I : C'est ça ?	
112	J : Oui.	
113	I : Je n'invente rien là ?	
114	J : Non.	
115	I : Et donc après est-ce que tu l'as faite dans ta tête cette division ?	
116	J : Euh… là je l'ai fait dans ma tête mais euh…	
117	I : Alors comment tu fais dans ta tête la division ?	
118	J : Ben souvent c'est quand j'ai une feuille… souvent des fois je fais comme si y avait un nombre là, comme si y avait 100 ici comme ça, et que là y avait 25.	Évocation de la façon de procéder de Julie lorsqu'elle a une division à calculer : projet de sens d'application (mais qui n'est pas tellement en phase avec le reste du discours).
119	I : Là tu me fais les gestes sur ta feuille, ça veut dire que tu la poses dans ta tête exactement comme si tu la posais sur une feuille ? C'est ça ?	
120	J : Oui.	
121	I : Tu la poses en te parlant ou tu la poses en la voyant ?	
122	J : En la <u>voyant</u>.	Évocation visuelle (verbe *voir*).
123	I : En la voyant. Est-ce que tu te parles en même temps ?	
124	J : Euh… non.	
125	I : Non ? Tu ne te dis rien du tout ?	
126	J : Non.	Pas d'évocation verbale au moment d'effectuer l'opération.
127	I : Et après tu vas la calculer ?	
128	J : Oui.	

129	I : Comment est-ce que tu fais dans ta tête pour la calculer cette division-là ?	
130	J : Ben là je fais… là je fais, si y avait, par exemple y avait trois nombres là, c'est 100, et là que y avait 23.	
131	I : 23 ?	Petit défaut du geste d'attention.
132	J : Euh 25 plutôt.	
133	I : Mmh…	
134	J : Et…	
135	I : Donc là dans ta tête y a 100, avec les deux barres…	
136	J : … oui…	
137	I : … et 25.	
138	J : Oui.	
139	I : C'est ça. Ça tu le vois.	
140	J : Oui.	Évocation visuelle puisque l'élève semble voir la division posée.
141	I : Alors comment tu résous ça dans ta tête ?	
142	J : *Mini silence*. Euh, c'est comme si j'enlevais le 5 et que j'enlevais un… un 0 à…	Évocation de la méthode de calcul pour effectuer la division.
143	I : Un 0 à 100, oui.	
144	J : Oui. Du coup je me dis combien de fois 2 dans 10, ça fait 5 fois, après du coup il reste 0 et du coup c'est 5€, parce que ce n'est pas possible sinon, il reste…	
145	I : Donc toi, si je comprends ta démarche en fait, tu poses dans ta tête la division comme quand tu l'écris sur ton cahier.	
146	J : Oui.	
147	I : Est-ce que tu as besoin de parler en même temps que tu la calcules ?	
148	J : Euh bah…	
149	I : Dans ta tête hein.	

150	J : Oui oui. Bah ça dépend… parce que quand c'est une division très simple, là j'ai pas besoin de parler parce que j'y arrive comme ça mais… quand c'est un peu plus difficile, là je me parle un peu dans ma tête.	Les évocations verbales ne semblent pas nécessaires pour cette étape de résolution.
151	I : Ok, et là tu te dis quoi ?	
152	J : Bah… je…	
153	I : Tu te dis ce que tu es en train de faire ?	
154	J : Bah oui.	
155	I : Tu verbalises.	
156	J : *Acquiescement de la tête*.	
157	I : D'accord. Ok, et après donc tu trouves la réponse. Là en fait tu as procédé par étapes ?	
158	J : Oui.	Le fait de procéder par *étapes* laisse imaginer un fonctionnement dans le temps.
159	I : Oui, et tu m'as dit que ça te faisait penser aussi un peu à des images.	
160	J : Oui mais ça c'est que pour l'addition.	
161	I : C'était que pour l'addition. L'image que tu voyais pour l'addition c'était une seule image, fixe, ou plusieurs images à la suite ?	
162	J : C'était fixe.	
163	I : Fixe, et y en avait qu'une seule ?	
164	J : Oui.	
165	I : Y avait tout qui arrivait dessus ?	
166	J : Oui.	
167	I : D'accord. Ça te servait uniquement pour faire l'addition ?	
168	J : Oui.	
169	I : D'accord.	

170	J : Là par exemple là j'ai pas pensé à faire une image mais des fois je fais des images pour la division. Par exemple là c'est comme si y avait 25 et on faisait… on faisait euh… je ne sais pas comment expliquer… plusieurs groupes en fait.	
171	I : Plusieurs groupes de quoi du coup ?	
172	J : De… ça ne marche pas avec ce problème… mais d'habitude… je ne sais pas comment expliquer.	
173	I : Là tu ne te le représentes pas forcément visuellement tout simplement.	
174	J : Non.	
175	I : Non, là tu te parles juste dans ta tête.	
176	J : Oui.	
177	I : Ok. Euh, donc si je reprends la démarche, donc tu as lu le problème et tu t'es redit dans ta tête en fait les différentes données.	
178	J : Oui.	
179	I : C'est ça. Après, en fait tu as vu que y avait, tu t'es dit qu'il y avait deux étapes, c'est ça ?	
180	J : Oui.	Les deux étapes montrent une résolution linéaire.
181	I : La 1ère étape c'était ?	
182	J : L'addition.	
183	I : Voilà, et la 2ème ?	
184	J : La division.	
185	I : D'accord. Donc dans ta tête, directement, quand tu as lu les données, ça t'a fait penser à l'addition parce que c'était une action où on rassemblait ?	
186	J : Oui.	
187	I : Et ensuite ça t'a fait penser à la division parce que c'est une situation où on partage.	
188	J : Oui.	
189	I : Est-ce que je trahis ta pensée ?	

190	J : Non c'est ça.	
191	I : C'est ça, très bien. Ensuite, tu as calculé tes opérations, et ces opérations elles sont venues directement en fonction de leur sens.	
192	J : Oui.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : la maitrise du sens des opérations permet à Julie de gagner en efficacité.
193	I : Alors on va prendre un autre exemple, on va comparer. Est-ce qu'il y a une leçon de maths que tu as apprise il n'y a pas longtemps ?	
194	J : Euh…	
195	I : Ou que tu dois apprendre ?	
196	J : Un problème ou une leçon ?	
197	I : Une leçon.	
198	J : Ben…	
199	I : Est-ce qu'on prend les mesures agraires de ce matin par exemple ?	
200	J : Bah je veux bien.	
201	I : Alors est-ce que tu l'as déjà un peu mémorisée cette leçon ?	
202	J : Oui.	
203	I : Oui alors très intéressant : comment l'as-tu mémorisée cette leçon ?	
204	J : Bah déjà faut connaître le tableau.	
205	I : Ok.	
206	J : Et à chaque fois on sait qu'il y a deux chiffres par colonne, du coup on mettra toujours des 0 ou plusieurs chiffres.	
207	I : Ok. Tout ça tu te le dis ?	
208	J : Oui.	Évocation verbale de la leçon semble-t-il (verbe *dire*).
209	I : Oui, est-ce qu'en même temps que tu te le dis tu as une image ou pas du tout ?	
210	J : Non.	

211	I : Tu n'es pas obligée hein.	
212	J : Non je n'en ai pas.	
213	I : Tu ne vois pas le tableau dans ta tête.	
214	J : Ça dépend… parce que… sinon c'est comme si je le voyais, mais dessiné au tableau.	
215	I : Dessiné au tableau, donc ça veut dire que tu as une image du tableau dessiné au tableau.	
216	J : Oui.	
217	I : C'est ça ?	
218	J : *Acquiescement de la tête.*	Évocation visuelle du tableau.
219	I : Et est-ce qu'elle te vient directement cette image ?	
220	J : Euh… des fois mais… bah oui.	
221	I : Ok. Et là admettons que je te demande de te rappeler de cette leçon, qu'est-ce qui va revenir dans ta tête : est-ce qu'il va revenir cette image ou est-ce qu'il va revenir les mots que tu vas me dire ?	
222	J : Il va revenir l'image.	Confirmation d'une évocation visuelle.
223	I : L'image, donc le tableau.	
224	J : Oui.	
225	I : Donc le tableau… le tableau tel que Monsieur B. l'a écrit, tel que toi tu l'as écrit ?	
226	J : Bah… tel qu'il est écrit comme Monsieur B. l'a écrit…	Évocation en 3ème personne puisque le tableau semble évoqué « tel quel », comme il a été écrit.
227	I : Au tableau. L'image que tu as sauvegardée dans ta tête c'est celle du tableau, enfin celle qui était écrite au tableau.	
228	J : Oui.	
229	I : C'est ça, ok. Et donc maintenant, pour le mémoriser ça veut dire qu'il faut avoir un projet de le réutiliser plus tard.	

230	J : Oui.	
231	I : On est d'accord. Donc euh… comment tu vas faire pour avoir ce projet dans ta tête ? Tu vas imaginer quoi ?	
232	J : … Je n'ai pas très bien compris.	
233	I : Donc quand tu apprends quelque chose c'est dans le but de le réutiliser une autre fois.	
234	J : Oui.	
235	I : Voilà. Donc est-ce que tu vas imaginer, quand tu vas l'apprendre, tout de suite un exercice dans lequel tu vas pouvoir l'appliquer, ou est-ce que tu vas juste rester sur le tableau, et tu vas essayer de le comprendre, de te l'expliquer toute seule.	
236	J : Je vais essayer de le comprendre comme ça, comme il est.	Évocation du geste de compréhension (verbe *comprendre*), liée au projet de sens d'explication.
237	I : Ok. Tu ne te projettes pas du tout dans un exercice.	
238	J : Non.	
239	I : D'accord, ça c'est intéressant. Donc ça veut dire que pour la division, même si c'est un peu particulier, quand tu l'apprends, tu comprends… c'est pour savoir à quoi ça va servir.	
240	J : Oui.	
241	I : Ok. Pour toutes les leçons c'est comme ça ?	
242	J : Euh… comme c'est le tableau, je vais plus me souvenir comme j'ai vu l'image…	
243	I : … mmh…	
244	J : … mais quand c'est des leçons… ben quand c'est des leçons je fais un peu les deux… Par exemple, quand on avait une leçon sur les… sur les euh… puissances par exemple, et ben je faisais, je l'apprenais comme ça, mais aussi je voyais, c'est comme si je voyais aussi euh… par exemple « 10 puissance 3 » c'est comme si je voyais trois zéros derrière.	Évocation visuelle de la leçon mémorisée (verbe *voir*). Évocation d'un acquis mémorisé sur les puissances : utilisation du geste de réflexion.

245	I : Ok, donc ça veut dire que tu avais quand même une image d'utilisation de la puissance.	
246	J : Oui.	Si Julie retient une image d'utilisation, elle serait plutôt appliquante.
247	I : D'accord. Ça c'est systématique que tu l'as cette image d'utilisation ?	
248	J : Euh non…	
249	I : Non ?	
250	J : Non…	
251	I : Qu'est-ce que tu utilises le plus souvent ? L'explication ou l'utilisation ?	
252	J : L'utilisation.	
253	I : Donc tu as plutôt cette image de $10^3 = 1000$ quand tu penses à puissance ?	
254	J : Oui.	
255	I : Ok. Et là l'exemple que tu m'as donné, tu en avais une image visuelle ou tu le parlais dans ta tête ?	
256	J : Là je me suis parlé dans ma tête.	Évocation verbale (verbe *parler*).
257	I : D'accord, tu ne le voyais pas.	
258	J : Bah les deux en fait… Je voyais en même temps mais euh je… je… je parle dans ma tête aussi, je faisais les deux…	
259	I : Ok. Et je crois que je ne t'ai pas demandé : quand tu as lu le problème pour la toute première fois, est-ce que toi tu t'es comptée parmi les élèves ou est-ce que tu serais plutôt comme une spectatrice ?	
260	J : Plutôt spectatrice.	Si elle est *spectatrice* de la scène, Julie est plutôt témoin de sens.
261	I : D'accord, et tu as réutilisé les mots du problème ou les tiens ?	
262	J : Les miens.	Reformulation avec ses mots à elle, Julie s'est réapproprié le texte : projet de sens de 1ère personne.

263	I : Les tiens. D'accord. Une autre question que je t'avais posée la dernière fois mais pour être sûre de moi : tu as une nouvelle leçon que tu apprends et tu n'es pas très très sûre de toi, est-ce que tu vas aller essayer de chercher dans tes cahiers ou dans un livre pour éclaircir ce que tu ne comprends pas ou est-ce que tu as préférer demander une aide orale ?	
264	J : Là je vais préférer… bah… ce serait à l'école ?	
265	I : Quelle que soit la situation, en général tu préfères avoir une explication orale ou est-ce que tu préfères avoir une explication que toi tu cherches toi-même avec n'importe quel moyen mais c'est toi qui la trouve ?	
266	J : Une explication orale.	Le recours à un éclairage oral laisse imaginer un projet de sens d'être avec les autres.
267	I : Orale, tu es plus à l'aise quand on t'explique la chose, c'est ça ?	
268	J : Oui.	
269	I : Est-ce que ça veut dire qu'on pourrait utiliser des mots différents qui pourraient t'aider à comprendre ? Ou autre ?	
270	J : Ben… on me donnerait des mots différents.	Ces termes différents soulignent cette préférence pour une reformulation donnée par un pair (ou par l'enseignant) : projet d'être avec les autres.
271	I : Ok. *Mini-silence*. Si je reprends le problème, en premier tu le lis…	
272	J : … oui…	
273	I : … et quand tu l'évoques dans ta tête, tu te redis les différentes données dans ta tête.	
274	J : Oui.	
275	I : Tu peux modifier les mots en revanche : tu ne gardes pas forcément exactement les mêmes.	
276	J : Oui.	Les mots peuvent être modifiés : projet de sens de 1ère personne.
277	I : D'accord, donc ensuite quand tu les évoques dans ta tête, ça te fait penser à… au sens des opérations que tu vas effectuer.	

278	J : … Euh…	
279	I : Le sens du problème te fait penser au sens des opérations et du coup tu choisis l’opération en fonction de ça.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : le sens des opérations aide Julie à choisir celle à utiliser.
280	J : Oui.	
281	I : Oui. Tu choisis cette opération et ensuite tu l’appliques dans ta tête en la voyant en même temps que tu la dis.	
282	J : Bah… si je peux l’écrire bah… je l’écris, mais si c’est du calcul mental, je la vois dans ma tête et je parle en même temps.	Évocations visuelle (verbe *dire*) et verbale (verbe *parler*) requises en situation de calcul mental.
283	I : Ok, très intéressant. Et quand tu dois réfléchir dans ta tête, est-ce que ça te fait penser à des choses que tu connais, est-ce que tu essayes de faire des liens avec des choses que tu connais ?	
284	J : Euh… oui avec des choses que je connais…	Lien de similitude avec des éléments connus.
285	I : Est-ce que tu cherches des ressemblances avec les choses que tu connais ou des ressemblances avec les choses que tu connais ?	
286	J : Les ressemblances…	Confirmation de la recherche de similitudes.
287	I : D’accord. Est-ce que tu pourrais me donner un exemple ?	
288	J : Comment ça ?	
289	I : Un exemple où tu chercherais les ressemblances ?	
290	J : Dans un problème ?	
291	I : N’importe quelle situation.	
292	J : Ben… Par exemple j’y pense si j’ai déjà fait…	
293	I : Mmh… Moi je pense par exemple à un exercice en français avec le *à* et le *a*. Tu vois cette leçon ?	
294	J : Oui.	
295	I : Donc là, admettons que tu aies un exercice à faire dans lequel il faut trouver ce qu’on met.	
296	J : D’accord.	

297	I : Donc là qu'est-ce qui se passe : est-ce que tu vas comparer les situations qui ressemblent ou est-ce que tu vas chercher les situations différentes ?	
298	J : Ben par exemple s'il y a *il* ou un nom quelque chose devant, ben je pense sûrement que ce sera *a*…	
299	I : D'accord, ok. Tu serais plus dans la similitude à un modèle ?	
300	J : Oui.	
301	I : D'accord. Est-ce que tu penses à autre chose que tu pourrais me dire dans ta façon de résoudre le problème et que j'aurais oublié de te demander ?	
302	J : Euh… ben non.	
303	I : Non ?	
304	J : Non.	
305	I : Ok, donc on s'arrête là ?	
306	J : Oui.	
307	I : Et bien écoute merci beaucoup !	

2.3. Louis

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Cette fois je te donne un nouvel exercice de maths que tu ne connais pas, un nouveau problème.	Présentation de la tâche à l'élève.
2	L : Oui.	
3	I : Tu vas le lire bien attentivement dans ta tête.	
4	L : Oui.	
5	I : Et après tu vas réfléchir à la façon dont tu fais dans ta tête pour trouver la réponse, d'accord ?	
6	L : Mmh.	
7	I : Ce qui m'intéresse c'est vraiment la façon dont tu as fait dans ta tête pour procéder à la résolution et moi je vais t'interroger sur ce fonctionnement, comme la dernière fois.	
8	L : D'accord.	
9	I : Tu prends autant de temps que tu veux pour réfléchir au problème et quand tu es prêt tu me le dis.	
10	L : D'accord. *Mise en situation de tâche, puis au bout d'environ une minute* : C'est bon j'ai trouvé.	
11	I : Tu as trouvé. Donc dès que tu as lu le texte, qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête ?	
12	L : Bah « une école dépense 100€ pour emmener une classe de 23 élèves avec son enseignant et une stagiaire au théâtre pour assister à un spectacle, combien coûte la place pour une personne ? » Bah alors on fait 23 + l'enseignant + la stagiaire, donc ça va faire 25 ; 25 personnes vont y aller, et on va faire 100€ divisé par 25 pour trouver combien coûte une place.	Habileté métacognitive de planification : Louis décrit les différentes étapes de résolution qu'il va effectuer.

13	I : Ok. Donc là tu m'as dit comment tu avais fait pour résoudre le problème, c'est très intéressant mais maintenant je te demande comment ça s'est passé dans ta tête, quelle est la 1ère chose qui s'est passée dans ta tête quand tu as lu le problème.	
14	L : Heu que y avait 25 élèves qui étaient réunis dans <u>cette salle</u>, et y a Monsieur M. [le directeur de cette école] qui donnait l'argent à chacun pour payer la place de théâtre. Et en tout il donnait 100€. Et du coup comme ça dans ma tête j'ai fait une petite opération et j'ai trouvé.	Évocation visuelle de la situation (*cette salle* : le lieu est situé, les « personnages » sont connus) pour se représenter la scène. On peut supposer que Louis s'inclut dans la scène qu'il décrit et qu'il serait donc acteur de sens. Connaissance métacognitive sur la tâche : Louis sait que pour résoudre le problème il lui faut recourir à (au moins) une opération.
15	I : Donc ça veut dire que tu t'es représenté la scène en fait ?	
16	L : Un petit peu oui.	
17	I : Donc tu me l'as racontée cette scène, vous étiez dans cette salle, avec Monsieur M., Monsieur M. c'est le directeur, est-ce que ça veut dire que tu étais parmi ces élèves ?	
18	L : Oui.	Louis s'est inclut dans la scène : il est acteur de sens.
19	I : Oui, ou est-ce que c'était une autre classe et toi tu les voyais ?	
20	L : Ben y avait plein d'enfants, des enfants que je m'étais imaginés, des enfants que je connaissais, y avait plein de gens.	
21	I : Ok. Donc tu t'es formulé cette petite histoire…	
22	L : Oui.	
23	I : Et est-ce que tu les as vus tous ces gens-là ou est-ce que c'est juste dans ta tête, tu vois les mots qui s'affichent pour raconter l'histoire, ou est-ce que tu les entends, ou tu te parles juste ?	
24	L : Ben dans ma tête, je <u>vois</u> les personnages qui <u>bougent</u>, puis y a Monsieur le directeur il a <u>dit</u> « tu auras tant d'argent pour payer ta place de théâtre » à chacun. Voilà.	Évocations visuelles (verbe *voir*), en mouvement (verbe *bouger*), verbales (verbe *dire*).

25	I : Comme la dernière fois, en fait tu vois l’image qui bouge et en même temps tu fais parler les personnages.	
26	L : Exactement.	
27	I : Ok. Très intéressant. Cette image-là tu m’as dit qu’elle bougeait, ça veut dire que tu voyais les choses les unes après les autres ?	
28	L : Heu oui ! Enfin je voyais une scène… y avait un petit film dans ma tête, je les voyais bouger en même temps qu’ils me parlaient. Et ce n’étaient pas des images, c’étaient vraiment des personnes qui bougeaient.	Cette idée de *film* renforce l’idée d’évocations de mouvement et amène celle d’un lieu de sens dans le temps puisque la scène se déroule chronologiquement.
29	I : Hum hum, donc ça veut dire que ce n’était pas comme à la fin d’un gros livre où il y a une image globale de tout, c’était vraiment un petit film avec les étapes successives.	
30	L : Voilà.	Confirmation qu’il y aurait des étapes, donc lieu de sens dans le temps.
31	I : J’ai bien compris ?	
32	L : Oui.	
33	I : Ok. Donc dans ta tête tu as commencé par te faire un petit film pour te représenter, pour être bien attentif à l’énoncé.	
34	L : Voilà.	
35	I : Voilà. Et après, qu’est-ce qui s’est passé dans ta tête ?	
36	L : Ben dans ma tête j’ai fait une division parce qu’il fallait faire une division.	
37	I : Alors comment est-ce que tu as pensé à faire une division ?	
38	L : Ben, quand on fait une division, on l’écrit, enfin on la pose.	Modèle de la division posée : hypothèse d’un projet de sens d’application.
39	I : Oui.	
40	L : Je l’ai posée, mais dans ma tête, je voyais les chiffres, je voyais 100 et à côté je voyais 25, et la division elle s’est faite dans ma tête comme ça.	Évocation visuelle de la division (verbe *voir* et détails précis tels que *à côté*). Confirmation d’un modèle d’application de la division.

41	I : Est-ce que tu voyais les 2 traits aussi ?	
42	L : Oui, bah c'était une division !	
43	I : Et est-ce qu'elle était posée sur un cahier, quel était le fond ?	
44	L : C'était un fond blanc et les chiffres ils étaient noirs.	Évocation visuelle : détails des couleurs.
45	I : Ok. Et donc tu l'as résolue cette division ?	
46	L : Je crois que ça fait 4€ par personne.	
47	I : Ok. Et comment est-ce que tu l'as résolue ? Comment est-ce que tu as trouvé ces 4€ ?	
48	L : Ben déjà j'ai vu le petit film, après ben dans ma tête je me suis dit qu'il fallait faire une division, et dans ma tête comme j'ai fait la division, et ben j'ai trouvé à la fin, les chiffres ils étaient mis comme une division qu'on poserait sur un cahier.	Évocation de l'opération à effectuer : geste de réflexion. Évocation visuelle du résultat (verbe *voir*). Évocation verbale de la démarche (verbe *dire*).
49	I : Ok.	
50	L : Et sur le côté et bien il y avait marqué que ça faisait 4, et y avait pas de reste.	Détails visuels supplémentaires : évocation visuelle.
51	I : Ok. Est-ce que c'est toi qui l'a posée la division ou est-ce que tu la voyais qui s'affichait, tu voyais les étapes qui se faisaient les unes après les autres ?	
52	L : Oui voilà c'est plus comme ça, les étapes elles se faisaient, les chiffres dans ma tête je les faisais apparaître.	Louis semble engagé dans sa résolution : il serait plutôt acteur.
53	I : Comment tu les faisais apparaître ?	
54	L : Heu, je faisais la division, et puis là je me suis dit, pendant combien de fois 100 il y a 25 ? Et du coup il y a 4 fois 25 dans 100, et du coup j'ai trouvé comme ça.	Évocation verbale (verbe *dire*) : Louis se parle dans sa tête pour faire son calcul. Connaissance métacognitive sur les stratégies : Louis connaît ses capacités à mobiliser le calcul mental.
55	I : Ok. Est-ce que ça veut dire que tu avais l'opération sous les yeux dans ta tête, posée tu m'as dit en noir sur un fond blanc, et donc toi tu t'es parlé pour trouver le résultat ? Tu n'as pas juste caché par exemple les chiffres comme vous faites, vraiment tu parlais pour trouver ?	

56	L : Voilà. Enfin je ne parlais pas vraiment, les chiffres ils apparaissaient sans que j'ai besoin de parler, parce que je les faisais apparaître en fait.	Acteur de sens : Louis s'investit dans la résolution.
57	I : Ok, donc en fait tu ne te parlais pas.	
58	L : Enfin si dans la scène oui je parlais.	Évocation verbale (verbe *parler*).
59	I : Mais au moment de l'opération en elle-même ?	
60	L : Là non je ne parlais pas, dans ma tête je réfléchissais et… puis j'ai fait la division.	Évocation de l'opération à effectuer et du verbe *réfléchir* : geste de réflexion.
61	I : Ok. Et tu m'as dit 100 divisé par 25 ça fait 4. Donc est-ce que c'étaient des nombres connus que tu avais déjà mémorisés ou est-ce que tu as vraiment fait l'opération ?	
62	L : Je connaissais déjà ce problème ?!	
63	I : Non non, je repose ma question : est-ce que avant de poser l'opération tu savais que 100 divisé par 25 ça faisait 4 ?	
64	L : Bah, non. Non je ne savais pas.	
65	I : Ok. Donc ça ne faisait pas appel à des choses que tu connaissais déjà sur ces nombres-là ?	
66	L : Ben non là ça me l'a pas fait mais des fois euh, des fois tout de suite dans ma tête je le vois.	
67	I : Ok, et quand tu fais appel à des choses que tu connais, tu les vois ces choses que tu connais et qui arrivent dans ta tête ou est-ce que tu te les dis ?	
68	L : Bah c'est plus, euh là je me suis dit ça fait combien, et dans ma tête y a un chiffre qui se met. Au lieu de faire une division y a tout de suite un chiffre qui se met, et du coup là je m'en rappelle. Du coup là je me dis « ah ben c'est ça ! », et là j'écris.	Évocation verbale : Louis se parle dans sa tête (verbe *dire*). Lien de similitude entre le résultat en présence et un résultat antérieur similaire semble-t-il.
69	I : Et le chiffre qui se met, euh, tu te le dis, tu l'entends ou tu le vois ?	

70	L : Ben des fois je l'entends en même temps que je le vois, des fois je le vois et des fois je l'entends. Ça dépend. Je ne sais pas pourquoi mais des fois ça va dépendre des nombres mais des fois je vais plus les voir, des fois les entendre, et des fois les deux en même temps.	Évocations verbales et visuelles évidentes (de par les différents termes utilisés).
71	I : Ok. Et là ?	
72	L : Et là j'ai fait la division.	
73	I : En la voyant.	
74	L : En la voyant.	
75	I : Ok. Alors maintenant, comment est-ce que tu as choisi l'opération de division ?	
76	L : Euh tout de suite dans ma tête là je n'ai même pas eu besoin de réfléchir, bah pour savoir combien ça va coûter, bah c'est obligé qu'on fasse 100 divisé par un nombre, puisque ça ne va pas coûter 100€ la place puisqu'on est 25.	Habileté métacognitive de planification : Louis réfléchit à l'opération la plus adaptée.
77	I : Mmh.	
78	L : Alors il dépense 100€ et chacun va payer 4€, vu qu'ils sont 25.	
79	I : Est-ce que du coup on peut dire que ça fait appel à une opération, tu sais le sens de la division où il faut partager, donc tu plaques ça sur le problème.	
80	L : Bah quand je sais qu'il faut faire une division, ben y a tout de suite la division, elle se met dans ma tête, avec 100 d'un côté, 25 de l'autre, ben comme une division qu'on poserait sur un cahier quoi.	Comparaison avec une division posée sur un cahier : projet de sens d'application de cette division.
81	I : Ok. Donc pour le dire autrement, tu sais qu'il fallait faire une division parce que pour toi, dans ce genre de situation, ce que tu as mémorisé dans ta tête c'est qu'il fallait faire une division.	
82	L : Voilà, parce que moi j'ai compris qu'il fallait faire une division quand Monsieur M. il a donné l'argent. Il avait un billet de 100€ et il fallait qu'il en donne à chacun, ben pour enlever il faut diviser.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : Louis semble savoir l'utilisation qu'il peut faire des opérations.
83	I : Oui, il a distribué, et dans ta tête, cette situation ça fait penser à la division.	

84	L : Voilà.	
85	I : Et la division dans ta tête, tu en as quel modèle ? Puisque tu l'as apprise et tu t'en es fait un modèle ?	
86	L : Voilà, ben ça fait une division comme on poserait, c'est exactement la même sauf que y a pas les carreaux et c'est sur un fond blanc.	Idée d'application de la division. Évocation visuelle de la division.
87	I : Ok. Et est-ce que tu te souviens, la semaine dernière quand on a parlé du problème des vacances…	
88	L : Oui.	
89	I : Tu m'as dit que quand tu apprenais quelque chose tu t'en faisais une petite histoire, tu la gardais dans ta tête, et quand tu avais besoin de ressortir cette notion ou cette leçon, et bien tu ressortais cette petite histoire.	
90	L : Voilà.	
91	I : Est-ce que là, quand tu as besoin de faire une division, tu as un modèle comme ça ou une petite histoire de division qui t'aide à la faire ?	
92	L : Non pas pour les divisions. Pour les divisions, quand il y a des problèmes de divisions, ben j'invente l'histoire du problème.	
93	I : Ok.	
94	L : Comme celle de Monsieur M. qui donnerait de l'argent aux enfants.	
95	I : Et tu l'appliques.	
96	L : Ben voilà.	
97	I : Ok. Après, est-ce que tu as comparé avec les autres opérations que tu connais (donc addition, soustraction et multiplication) ou pas du tout ?	
98	L : Ben non dans ma tête y a tout de suite, je me suis tout de suite dit qu'il fallait faire une division parce qu'il fallait la partager, il fallait que chacun ait de l'argent pour payer sa place. On n'allait pas multiplier un billet de 100€ vu qu'il dépense 100€ en tout donc on ne va pas prendre plusieurs billets de 100€.	Lien de similitude entre le sens du problème et celui de l'opération choisie. Connaissance métacognitives sur les stratégies : Louis maîtrise le sens des opérations.

99	I : Ok, donc c'était une similitude avec un problème propre à la division que tu t'es fait dans ta tête.	
100	L : A peu près oui.	
101	I : Ok. Après, euh, toi tu as pensé à la division, est-ce que dans ta tête tu penses à l'opération et après tu la calcules, ou est-ce que tu te fais d'abord une image de la réponse ?	
102	L : Ben, des fois la réponse je me la vois tout de suite dans ma tête, mais des fois, j'attends qu'elle vienne dans ma tête, mais des fois elle vient pas donc je fais une division comme là j'ai fait.	Évocation visuelle de la réponse (verbe *voir*).
103	I : Ok, et il me semble que je t'ai déjà posé cette question la semaine dernière mais on va vérifier : toi tu préfères le moyen d'arriver au résultat ou le résultat en lui-même ?	
104	L : Ben j'aime bien avoir le résultat parce que c'est toujours bien quand on a le résultat, mais j'ai mes propres moyens pour y aller, pour le trouver. Je fais moi-même mes histoires et je ne fais pas les méthodes que tout le monde ferait. Enfin je crois.	Louis semble animé d'un projet de sens d'inventeur en cherchant à créer sa propre méthode de résolution.
105	I : Ça veut dire quoi ?	
106	L : Tout le monde à mon avis ne ferait pas des histoires dans sa tête comme ça.	
107	I : Ok, donc ça ça veut dire que c'est ta méthode à toi de te faire des histoires.	
108	L : Voilà.	
109	I : Ok. Et la semaine dernière tu m'as parlé de méthodes plus classiques, ça voudrait dire quoi ?	
110	L : Ben c'est une méthode comme Monsieur B. [l'enseignant] il fait, il pose la division au lieu de l'avoir dans sa tête vu que sinon les gens ils ne comprendraient pas, il la pose puis il l'écrit avec des équations, alors que moi, sur mon cahier, pour les évaluations bah je les marque toujours parce que sinon ça enlève des points mais sur le cahier comme ça je ne vais pas toujours marquer les équations, je les ai faites dans ma tête alors, enfin je pourrais les marquer mais je ne le fais pas.	Louis n'a pas l'air d'accorder beaucoup importance au fait de présenter les calculs qu'il utilise, il semble plus intéressé par la réponse : projet de sens de finalité.

111	I : Ok. Euh, ça veut dire que tu t’intéresses quand même plus à la réponse.	
112	L : Plus oui.	Il confirme s’intéresser davantage à la réponse : finalité.
113	I : Ok. Pour résumer un peu, quand tu lis ton problème, tu t’en fais un petit film avec les gens que tu vois bouger et toi tu les fais parler avec ta voix, c’est ça ?	
114	L : Oui.	
115	I : Est-ce que tu reprends les mots du problème ou est-ce que tu inventes tes propres mots ?	
116	L : Bah je reprends à peu près les mots du problème mais… mais ça dépend le problème, ça va dépendre du genre du problème.	Fidélité à l’énoncé : projet de sens de $3^{\text{ème}}$ personne, dans un premier temps.
117	I : Mmh. En fait tu pars forcément des mots-clés du problème et des chiffres…	
118	L : Voilà.	
119	I : …mais tu vas inventer des mots supplémentaires pour faire parler tes personnages.	
120	L : Voilà.	
121	I : Ça te permet de mieux comprendre le problème si j’ai bien compris.	
122	L : Voilà.	
123	I : Ok, et après, une fois que tu t’es représenté le problème, tout de suite ça te fait penser à l’opération qui correspond.	
124	L : Bah oui.	
125	I : Et puis donc tu le résous. L’opération tu la résous de manière posée donc tu la vois cette opération dans ta tête posée sur une feuille blanche et tu la résous petit à petit.	
126	L : Ben je fais… on écrit des chiffres petit à petit, donc là c’est pareil les chiffres ils ne viennent pas tous d’un coup.	Lieu de sens dans le temps (*petit à petit*).
127	I : Oui c’est ça, tu la poses comme tu l’as apprise.	
128	L : Voilà.	

129	I : Mmh. Et pour le comprendre, tout ce que tu as appris tu t'en es plus fait des modèles d'application ?	
130	L : Ben oui…	
131	I : Oui… Tu réutilises des choses qui ressemblent à ce que tu connais.	
132	L : Bah… bah oui.	
133	I : Et alors tu m'as dit que parfois tu étais pris dans l'histoire, et parfois tu n'étais pas pris dans l'histoire…	
134	L : Ben oui des fois, euh, des fois <u>je suis au milieu</u> des enfants comme ici et des fois <u>je n'y suis pas</u>. Par exemple il n'y a que des adultes qui partent en vacances et ils ne disent pas que y a des enfants, ben je ne vais pas me mettre dedans.	Selon la situation, il s'identifie ou non à la situation : acteur ou témoin de sens.
135	I : Ok, tu t'identifies selon la situation.	
136	L : Voilà.	
137	I : Mmh. Ok. Silence. Est-ce que tu es plus à l'aise quand on te parle, quand on t'explique quelque chose, ou quand toi tu cherches de ton côté tout seul, une réponse ou autre.	
138	L : Ben moi je suis plus à l'aise quand moi <u>je suis tout seul</u>, quand quelqu'un ne me dit pas là tu vas faire ça, parce que si il me dit de faire comme ça, <u>ma méthode</u> je ne pourrai pas la faire vu que il me fait faire la sienne.	Plutôt auprès de choses : Louis déclare qu'il préfère travailler seul avec ses outils et *sa méthode*.
139	I : Ok, très intéressant, ça veut dire que toi tu es tout seul avec ta méthode et tu es plus à l'aise quand c'est toi qui décide toi-même.	
140	L : Voilà.	
141	I : Ok. Est-ce que tu penses que tu pourrais me dire autre chose sur la façon dont tu as procédé dans ta tête pour résoudre le problème.	
142	L : Ben non c'était tout, y avait la petite histoire, <u>après</u> y avait l'opération, <u>puis après</u> y avait un autre morceau de la petite histoire, bah que Monsieur M. il n'avait pas un billet de 100€ dans la main mais il avait plein de pièces de 2€ et il donnait 2 pièces de 2€ à chacun. Et ça fait 4€ pour chaque personne.	Évocation visuelle du résultat de l'opération. Lieu de sens dans le temps (connecteurs temporels). Habileté métacognitive de régulation : Louise semble valider la solution trouvée.

143	I : Ok, alors cette 2ème petite histoire, tu peux m'en dire plus ?	
144	L : En fait ce n'est pas une 2ème histoire, c'est une grande histoire qui serait coupée au milieu par une opération pour savoir combien, comment l'histoire elle va se terminer.	Une histoire coupée en deux indique une chronologie : lieu de sens dans le temps. Habileté métacognitive de régulation : évocation du résultat.
145	I : Ok, donc ce 2ème bout d'histoire, si j'ai bien compris, ça correspond à la réponse ?	
146	L : Ça correspond à la réponse, tout à fait. Ça va m'aider à faire une phrase réponse.	Le fait d'insister sur *la réponse* renforce l'idée d'un projet de sens de finalité.
147	I : Ok, très intéressant ! Et du coup tu vois encore ces personnages ?	
148	L : Oui, c'est les mêmes.	
149	I : Et tu les fais parler encore ou cette fois ils ne parlent plus ?	
150	L : Bah ils parlent quand ils ont besoin de parler, par exemple là ils n'avaient pas tellement besoin de parler vu qu'on leur distribuait quelque chose. Mais Monsieur M. il disait « tiens voilà pour toi », « pour toi », enfin c'était tout le temps la même somme mais…	Évocation verbale (verbe relatifs à la parole, paroles prêtées au directeur).
151	I : Et est-ce qu'il la disait la somme ?	
152	L : Au début, avant de distribuer à tout le monde il a dit la somme, puis après il a distribué, tout le monde était en silence.	
153	I : Ok. Tu as entendu que personne ne parlait, que c'était calme ?	
154	L : Voilà.	
155	I : Ok. Et après, dans ces cas-là, tu passes à la phrase réponse.	
156	L : Voilà.	
157	I : Et comment tu te fais ta phrase réponse dans ta tête ?	
158	L : Là par exemple j'aurais fait « chaque personne recevra 4€ pour une place de spectacle », ou alors j'aurais pu aussi faire « chaque place va coûter 4€ ».	Habileté métacognitive de régulation : formulation de la phrase de réponse.
159	I : Ok, et du coup tu me dis que tu fais un lien avec la fin de ton histoire : la scène que tu as vue et la phrase réponse ?	

160	L : Voilà. Silence.	
161	I : Ok. Silence. Qu'est-ce que tu peux me dire d'autre ?	
162	L : Bah c'est tout !	
163	I : C'est tout ?	
164	L : Mmh.	
165	I : Ok, et bien écoute merci beaucoup, c'était vraiment très intéressant !	

2.4. Louise

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Je vais te donner un nouveau problème.	Présentation de la tâche.
2	L : D'accord.	
3	I : Tu vas le lire dans ta tête…	
4	L : … d'accord…	
5	I : … et tu vas essayer de le résoudre dans ta tête en faisant bien attention à comment est-ce que tu vas faire dans ta tête pour trouver la réponse.	
6	L : D'accord.	
7	I : Ce qui va m'intéresser ce n'est pas la réponse, c'est tout ce que tu as fait dans ta tête pour la trouver.	
8	L : D'accord.	
9	I : Les questions vont ressembler à la première fois où je t'ai interrogée mais l'exercice n'est pas le même.	
10	L : D'accord.	
11	I : Une fois que tu l'as bien lu, que tu as bien dans ta tête la façon dont tu fais pour trouver une éventuelle solution tu me le dis. C'est bon ?	
12	L : Acquiescement de la tête puis mise en situation de tâche. Au bout d'une minute et demie environ : C'est 4€ la place.	
13	I : Tu as trouvé ça ? Tu as tout fini dans ta tête ?	
14	L : Ben oui. Je me suis dit c'est le nombre d'élèves si on veut savoir le prix il faut diviser par le prix total, on divise par 23, et dans ma tête j'ai fait comme si je posais la division et j'ai trouvé 4.	Évocation verbale (verbe *dire*). Actrice de sens : Louise emploie la 1$^{\text{ère}}$ personne lorsqu'elle évoque sa résolution. Habileté métacognitive de planification : évocation des étapes de résolution.
15	I : D'accord. Alors si je reprends les choses dans l'ordre, tu as lu le problème, et comment est-ce que ça s'est passé dans ta tête dès que tu as lu le texte ?	

16	L : Ben dès que j'ai lu la question, combien coûte la place pour une personne, j'ai pris les deux chiffres, j'ai pris 100€, et je me suis dit si le seul chiffre qui reste c'est 23 et c'est les élèves, on va pas mettre, on ne va pas faire 23 divisé par 100 parce que ce n'est pas possible…	Évocation verbale : Louise explique comment elle effectue la division, elle n'utilise pas de marqueur visuel.
17	I : Donc tu t'es parlé dans ta tête ?	
18	L : Heu oui.	
19	I : Qu'est-ce que tu t'es dit dans ta tête ?	
20	L : Que si un jour on voulait savoir pour une personne combien coûte sa place et bien il faudrait diviser.	Évocation verbale : Louise se parle dans sa tête et se projette dans un imaginaire d'avenir.
21	I : Est-ce que ça veut dire que tu t'es reformulé le problème dans ta tête ?	
22	L : Oui.	
23	I : C'était toi qui parlais ? C'était ta voix ?	
24	L : Oui.	Actrice de sens : Louise s'implique dans sa résolution.
25	I : Elle était comment ta voix : tu l'entendais bien ?	
26	L : Ouai.	
27	I : Plutôt forte, plutôt pas forte ?	
28	L : Euh… moyen.	Détails sur le niveau sonore pour confirmer les évocations auditives/verbales.
29	I : Est-ce que tu entendais quelque chose comme un bruit de fond ?	
30	L : Non.	
31	I : Est-ce que tu t'es fait des images ?	
32	L : Non.	
33	I : Donc tu m'as dit que tu t'étais parlée… Qu'est-ce que tu peux me dire là-dessus ?	
34	L : Bah… je ne sais pas.	
35	I : Sur ce que tu t'es dit dans ta tête ?	
36	L : Euh que la seule façon de savoir le prix c'était de diviser.	

37	I : Ok. Et du coup qu'est-ce que ça veut dire diviser ?	
38	L : Ça veut dire qu'on fait 23 petits tas pour savoir combien d'argent y aurait dans chaque petit tas.	Modèle d'application de la division : Louise décrit ce à quoi correspond cette opération dans le concret.
39	I : D'accord, donc ça, ça te fait penser à la division telle que tu l'as apprise en classe en fait ?	
40	L : Oui.	
41	I : Mais quand tu me dis que tu te parles, tu te représentes la scène en te la reformulant dans ta tête, et qu'est-ce qui se passe de plus dans ta tête ?	
42	L : Silence. Bah je me fais la division dans ma tête.	
43	I : Tu te fais la division dans ta tête, c'est très intéressant, et comment tu la fais cette division ?	
44	L : Ben je fais dans ma tête comme si bah elle était écrite sur la feuille.	
45	I : D'accord. Ça veut dire quoi écrite sur la feuille ?	
46	L : Ça veut dire que je fais comme si y avait écrit sur la feuille et que je mets mes doigts pour…	Évocation verbale de la façon dont Louise a appris à effectuer une division-
47	I : Comme vous avez appris dans la classe. (L'élève me redit en effet la méthode apprise en classe pour les divisions.) Est-ce que ça veut dire que tu la vois posée ?	
48	L : Oui.	
49	I : Comment est-ce que tu la vois posée ?	
50	L : Comme si elle était écrite normalement.	
51	I : Elle serait écrite sur quoi ?	
52	L : Sur un papier.	
53	I : Sur une feuille tu la vois ? Tu ne la vois pas au tableau par exemple ?	
54	L : Non.	
55	I : Sur un papier ?	

56	L : Non.	Malgré des détails qui peuvent paraître visuels, Louise ne semble pas se faire des images mentales visuelles, elle les évoque verbalement seulement.
57	I : Et du coup après tu la résous ?	
58	L : Oui.	
59	I : Et comment est-ce que tu fais pour la résoudre ?	
60	L : Et bien je fais comme une division normale.	
61	I : D'accord, et est-ce que tu vois les chiffres qui s'affichent au fur et à mesure ?	
62	L : Euh oui.	
63	I : Oui, est-ce que tu les verbalises en même temps, est-ce que tu parles ?	
64	L : Mmh, oui.	
65	I : Ça s'affiche en même temps que tu parles, ou y a que des images, ou y a que ta voix ?	
66	L : Euh, ça s'affiche en même temps que je parle.	
67	I : En même temps que tu parles, d'accord. Donc en fait si je résume, quand tu lis le problème, que tu vois ce qu'il y a écrit, tu te reformules l'énoncé avec ta propre voix. Est-ce que ce sont tes mots à toi ou est-ce que ce sont exactement les mots du texte ?	
68	L : <u>Mes</u> mots à moi.	Reformulation en 1ère personne : Louise ne reprend pas forcément les termes et phrases du texte.
69	I : C'est toi, tu redis à ta façon comme toi tu le comprends le mieux ?	
70	L : Oui.	
71	I : Et bien qu'est-ce que tu t'es dit là comme mots ?	
72	L : Euh bah c'est une école, elle veut payer des places pour 23 élèves, si un élève allait plus tard avec ses parents, au lieu qu'il se déplace pour savoir le prix, qu'il pourrait faire directement le prix en divisant les 2 chiffres.	Habileté métacognitive de contrôle : Louise vérifie l'opération choisie. Louise se projette dans un imaginaire d'avenir en pensant à une situation de réinvestissement de cette situation.

73	I : D'accord. Donc en fait tu te mets en projet de te resservir de ce problème-là plus tard.	
74	L : Oui, s'il y a un souci.	
75	I : D'accord, c'est intéressant ce que tu me dis là ! Et du coup, quand tu te reparles, ce que tu évoques dans ta tête ce sont des mots.	
76	L : Oui.	
77	I : C'est ça. Mais tu ne vois pas de mots qui s'affichent dans ta tête ?	
78	L : Non.	
79	I : En revanche, après tu m'as dit que tu voyais une division. Donc le fait de lire le problème et de te le raconter dans ta tête ça te fait penser à la division, c'est ça ?	
80	L : Oui.	
81	I : Et comment ça te fait penser à la division ?	
82	L : Ben euh, et ben la seule façon, on ne peut pas faire « moins », parce que ce ne serait pas possible, on ne pourrait pas savoir combien y aurait dans un tas. On ne pouvait pas faire « plus » parce qu'on aurait un plus grand nombre, on ne pouvait pas faire « fois » parce qu'on aurait un plus grand nombre, et la seule façon c'était de diviser.	Rapports de différences : Louise passe en revue les opérations qu'elle connaît et les élimine au fur et à mesure. Connaissances métacognitives sur les stratégies : Louise maîtrise le sens des opérations.
83	I : D'accord. Est-ce que ça veut dire que dans ta tête tu as passé en revue toutes les opérations que tu connais et tu as éliminé toutes celles qui ne fonctionnent pas pour ne garder que celle qui fonctionne ?	
84	L : Oui.	
85	I : Est-ce que c'est ça ?	
86	L : Oui.	
87	I : Donc tu as comparé en fait l'énoncé du texte avec les techniques de maths que tu as apprises avant. C'est ça ?	
88	L : Oui.	

89	I : Tu m’as dit l’addition ça ne marche pas, la soustraction ça ne marche pas, la multiplication ça ne marche pas, il n’y a que la division qui marche. Comment est-ce que tu as mobilisé cette division dans ta tête ?	
90	L : Déjà je savais que le « fois » et le « plus » ça ne marcherait pas car ça ferait un plus grand nombre que 100, et que 23, si y a 23 élèves pour 100€, après « moins » j’ai commencé à soustraire et en fait j’ai vu que c’était pas possible parce qu’on n’avait pas chaque petit tas, on avait juste « -23 » ça n’avait aucun rapport avec ce qui aurait pu être le résultat, alors il restait juste la division, et j’ai fait la division pour trouver le résultat.	Habileté métacognitive de contrôle : le fait que Louise trouve un résultat qui n’ait « aucun rapport » indique qu’elle veille à la cohérence de ses résultats.
91	I : D’accord. Tu m’as dit j’ai vu que ça ne marchait pas ou j’ai vu que ça marchait. Qu’est-ce que tu as vu ?	
92	L : Bah j’ai vu comme si elle était écrite sauf qu’elle était pas écrite, et j’ai regardé si un résultat était possible.	Évocation visuelle (verbes relatifs à la vue).
93	I : Est-ce que ça veut dire que tu as commencé à faire l’opération dans ta tête comme tu as commencé pour la division, et tu t’es rendue compte que ça ne marchait pas donc tu es passée à l’opération suivante ?	
94	L : Oui.	
95	I : C’est ça, j’ai bien compris ?	
96	L : Oui.	
97	I : D’accord, et tu m’as dit que tu avais trouvé que la division c’était cohérent.	
98	L : Oui.	
99	I : Et comment est-ce que tu as mobilisé la division : quelle image tu te fais dans ta tête de la division ?	
100	L : Comme si je l’écrivais normalement et que je la faisais… euh… normalement…	
101	I : Alors est-ce que tu peux me préciser ça ?	

102	L : Bah je… je fais comme si elle était écrite, mais dans ma tête, et je me l'imagine dessinée sur la feuille et avec mon imagination je la <u>vois</u> et je fais comme si je la résolvais l'opération pour savoir le résultat.	Évocation visuelle de l'opération (verbe *voir*).
103	I : Ok, donc tu la vois complètement. Et qu'est-ce qui est le plus important à ce moment là : ce que tu vois dans ta tête ou les commentaires que tu fais en te parlant ?	
104	L : Euh… c'est ce que je vois.	
105	I : A quoi sert à ce moment-là ce que tu te dis ?	
106	L : Ce que je me dis c'est en fait ce qui me sert à… c'est les chiffres en fait, quand je les dis et bah ils s'affichent.	
107	I : D'accord. Très intéressant. Et le modèle de la division que tu as dans ta tête il ressemble à quoi ? Quand tu penses « division » dans ta tête, ça t'évoque quoi ?	
108	L : Ça m'évoque une barre horizontale avec un bout de barre verticale, avec des chiffres, avec 2 ou 3 chiffres écrits sur la barre horizontale, et de l'autre côté, là où il n'y a pas de barre horizontale des chiffres, des mille ou des centaines.	Description d'une division posée : modèle visuel d'application de l'opération.
109	I : D'accord, est-ce que ça veut dire que tu as un modèle visuel de la division, telle que tu vas la poser et la résoudre ?	
110	L : Oui.	
111	I : Dans ta tête la division que tu as c'est un modèle d'application donc, si je ne me trompe pas, c'est ça ?	
112	L : Oui.	
113	I : Et le sens de la division : est-ce que lorsqu'on te dit « division » le sens te vient dans ta tête ou pas du tout ?	
114	L : Euh oui.	
115	I : Et à quoi ça te fait penser ?	
116	L : Euh, le sens me fait penser à la résoudre pour pouvoir savoir exactement le résultat.	

117	I : D'accord, donc dans ta tête, la division c'est toujours un modèle d'application, et pour les autres opérations aussi, c'est l'application que tu as dans ta tête ?	
118	L : Oui.	
119	I : Ok. Alors, donc dans ta tête si on reprend, tu lis le problème, tu le perçois, ensuite tu l'évoques dans ta tête avec tes mots à toi, donc tu le reformules à ce moment-là, tu ne vois rien, tu passes en revue les différentes opérations que tu connais…	
120	L : … oui…	
121	I : … pour trouver celle qui fonctionne. Est-ce que tu procèdes donc par différences : tu prends toutes celles qui ne marchent pas, tu les élimines, et à la fin tu trouves celle qui fonctionne, ou alors est-ce que dans ta tête tu trouves directement celle qui fonctionne ? Je ne sais pas si tu comprends…	
122	L : Euh si. Ben je les élimine parce que quand il faut savoir la différence ça ne peut pas être « plus » déjà que le résultat, ce qui veut dire que je peux éliminer celles où on a un résultat plus haut que ce qui serait écrit. Après je peux me dire que si c'est moins, dans une division on sait combien fait chaque tas et on ne sait pas combien sa différence entre les 2 nombres donc il ne reste que le « moins ». A chaque fois je fais par éliminatoires pour savoir laquelle est la mieux.	Rapports de différences : Louise repère les particularités de chaque opération et élimine celles qui ne peuvent être mobilisées.
123	I : D'accord, très intéressant. Et est-ce que tu fais ça pour chaque problème ?	
124	L : Oui je finis par celle qui me parait la plus claire, comme ça si c'est une autre qui me parait la plus claire et bah je compare.	
125	I : D'accord, tu procèdes donc souvent par différences si je comprends bien.	
126	L : Oui.	
127	I : D'accord. Quand tu a s un texte, la 1ère chose est toujours de le traduire dans ta tête.	
128	L : Oui.	
129	I : Donc si je te repose la question : comment tu le traduis dans ta tête ?	
130	L : Euh… ben je me dis si je serais dans la vraie vie comment je ferais ?	Louise se projette dans un imaginaire d'avenir.

131	I : Donc tu te parles, on est d'accord.	
132	L : Oui.	
133	I : Après tu essayes de trouver l'opération en cherchant dans ta tête ce à quoi ça te fait penser, ça s'appelle réfléchir dans sa tête.	
134	L : Oui.	
135	I : Et pour comprendre, tu vas comparer ce que tu as dans ta tête avec ce que tu t'es dit, et tu vas trouver ce qui correspond puis tu choisis. A ce moment-là, quand tu choisis l'opération, elle s'affiche dans ta tête avec des images, c'est ça ?	
136	L : Oui.	
137	I : Silence. Quand tu reformules le problème, tu parles de la scène : est-ce que tu penses que tu es plutôt acteur, tu fais partie de la scène, ou est-ce que tu te sens extérieure, tu serais un juste un témoin par exemple ?	
138	L : Je me sens plutôt extérieure.	Témoin de sens, Louise ne s'inclut pas dans la scène.
139	I : Tu reformules donc avec tes propres mots, mais c'est quelque chose qui ne te concerne pas. C'est bien ça ?	
140	L : Oui. Comme ça, ça me donne envie de pouvoir aider les gens qui ont le problème.	
141	I : Très intéressant. Au niveau de la division, le modèle que tu as dans ta tête semble être un modèle d'application, c'est comme je vais pouvoir la résoudre, ce n'est pas un modèle théorique pour dire que la division sert à ceci-cela.	
142	L : Non.	
143	I : Et comment est-ce tu la résous dans ta tête ?	
144	L : Ben comme si je l'avais sur la feuille et que on la faisait avec un crayon.	
145	I : D'accord. Est-ce que tu te mets en projet d'avoir quelqu'un à côté de toi qui t'aide ou que tu la fasses toute seule.	
146	L : Ben d'abord j'essaye mais si je ne comprends pas ou que j'arrive pas à trouver ben je demande de l'aide pour pouvoir arriver à résoudre ce problème.	Projet d'être avec les autres : Louise mobilise ses pairs si elle en a besoin.

147	I : D'accord, très bien. Silence. Quand tu as la division sous les yeux, tu la fais étape par étape. Et comment est-ce que tu la fais dans ta tête ?	
148	L : Ben je fais d'abord, ben si on a à 2 chiffres, ben on ne va pas prendre un parce qu'il y a 2 chiffres, alors on va prendre 2 chiffres, et si ce n'est pas encore assez grand on va prendre 3 chiffres, et ainsi de suite. Après, quand j'ai le chiffre plus grand, je cache pour avoir le même chiffre de chaque côté, et je commence à me dire, par exemple je cache le 3 et le 0, dans la table de 2, qu'est-ce qui fait 10, je me dis 5, et après je me dis 5x3 ça fait 15, ça ne peut pas être possible pour le 0, alors je prends 4x3, c'est pas encore possible, alors je fais 3x3, ça fait… ah non mince je me trompe toujours entre 3 et 6, ce qui veut dire que ça fait un petit peu plus que 4 ! 3x3 ça fait 9, ce qui veut dire qu'il me reste 1, je mets une retenue, il me reste 1, 3x2, 6, 7, 8, 9, 10, il me reste 7, 7, ce qui veut dire qu'il me reste 3 plus la retenue, 3 ce qui veut dire que la place est à 3€.	Connecteurs temporels : lieu de sens qui semble être le temps. Évocation verbale de la technique opératoire pour calculer une division. Habiletés métacognitives de contrôle et de régulation : au fur et à mesure de son travail, Louise vérifie la cohérence des résultats qu'elle obtient et rectifie ensuite quand cela est nécessaire.
149	I : Tout ça, tu me l'as dit. Comment est-ce que c'est dans ta tête ?	
150	L : Ben pareil, comme si elle était normale.	
151	I : Tout ce que tu m'as dit là, tu le vois en même temps ?	
152	L : Oui.	
153	I : Tu me parles pour que je comprenne mais est-ce que tu te parles pour toi aussi ?	
154	L : Pour moi aussi.	Évocations verbales semble-t-il puisque Louise se parle dans sa tête.
155	I : Ça t'aide de faire les 2 ?	
156	L : Oui.	
157	I : Ok. Qu'est-ce que tu peux me dire d'autre sur ce qui s'est passé dans ta tête quand tu as lu le texte et qu'il a fallu que tu le résolves ?	
158	L : Mmh… Ben déjà quand j'ai compris je me suis dit, il va y avoir qu'une opération à faire parce qu'il y a une phrase réponse et qu'il y a qu'une question, et la question il n'y a pas besoin de faire plusieurs opérations pour pouvoir y arriver à la réponse puisque c'est combien coûte la place pour une personne et qu'on a déjà les 2 chiffres pour pouvoir diviser.	Habileté métacognitive de planification : Louise évoque le discours qu'elle se fait dans sa tête pour envisager une démarche.

159	I : Alors, comment est-ce que tu as su qu'il n'y avait que 23 élèves qui payaient ?	
160	L : Heu, parce que… Ah y a un enseignant aussi !	
161	I : Ma question était mal posée : est-ce que tu as pensé que l'enseignant pouvait payer, ou est-ce que tu pensais qu'il ne payait pas, ou est-ce que tu l'as juste oublié ?	
162	L : Ben d'après moi, comme je suis un petit peu étourdie, je l'ai oubliée, parce que quand je commence l'opération je prends souvent les chiffres et j'oublie souvent les mots clés qui sont rajoutés.	Déficit d'attention, Louise a peut-être lu trop vite.
163	I : Tu oublies les mots clés, ça veut dire quoi dans ta tête ça ?	
164	L : Ça veut dire que les mots clés c'est ce qui peut m'aider à faire le problème. Par exemple enseignant ça permet de savoir qu'il y a une personne de plus. Silence. Et que on pourrait ne pas faire 23 mais 24…	Reformulation de l'énoncé pour mieux se représenter l'énoncé : geste d'attention.
165	I : Est-ce que tu as lu le problème jusqu'au bout ?	
166	L : Oui.	
167	I : Oui, et qu'est-ce que tu as reformulé dans ta tête ?	
168	L : Euh j'ai reformulé le problème sauf que j'ai pas pensé à remettre l'enseignant.	
169	I : Ok. Ça veut dire que ce qui te saute aux yeux ce sont les nombres et tu ne fais pas forcément attention à tout le texte ?	
170	L : Euh oui.	
171	I : Ok, alors on va faire un petit exercice : relis exactement le problème, en te mettant en projet de redire l'énoncé.	
172	L : Lecture puis elle relève la tête.	
173	I : Tu as lu ?	
174	L : Oui.	
175	I : Donc, qu'est-ce que tu peux me dire de cet énoncé sans le regarder, comment tu le reformules ?	

176	L : Y a 100€ et on veut emmener une classe de 23 élèves avec un enseignant et une stagiaire, et qu'on voudrait savoir combien coûte la place. Et déjà comme y a le nombre 23 et que y a 2 personnes en plus qui ne sont pas écrites en chiffres, il faudra rajouter 2, ce qui veut dire 25, et là après on pourra diviser.	Évocation verbale de l'énoncé, dirigée vers les données de l'énoncé pour se rendre plus attentif aux données.
177	I : D'accord. Est-ce que là tu as vu que tu as trouvé qu'il y avait 25 personnes qui allaient au spectacle et tout à l'heure y en avait que 23 dans ta tête. Comment est-ce que tu peux m'expliquer cette différence ?	
178	L : Ben moi des fois, sans faire exprès, après avoir lu l'énoncé, j'oublie de relire le texte, parce que souvent je le relis mais des fois j'oublie parce que je suis étourdie, et j'oublie des personnes…	Louise semble consciente de ses étourderies, qu'elle va trop vite : connaissance métacognitive sur elle-même.
179	I : D'accord donc ça pour toi c'est une erreur d'étourderie parce que tu ne portes pas une attention assez approfondi à l'énoncé la 1ère fois ?	
180	L : Oui.	
181	I : Une petite question : là on a lu dans l'énoncé 23 élèves et l'enseignant et le stagiaire. Tu l'as lu, tu l'as évoqué en te parlant.	
182	L : Oui.	
183	I : Mais là tu ne t'es pas fait non plus des images dans ta tête ?	
184	L : Non.	
185	I : Ok. Du coup, est-ce que ces nouveaux chiffres t'évoquent une opération différente ?	
186	L : Euh non.	
187	I : Tu penses toujours qu'il faudra faire une division ?	
188	L : Oui.	
189	I : Et est-ce que tu penses toujours qu'une seule opération suffira ?	
190	L : Mmh, bah non… parce que là il faudra faire « plus » pour rajouter deux enseignants, mais ce n'est pas forcément à faire puisque c'est très facile de faire 23+2.	

191	I : D’accord, et est-ce qu’il y a une chronologie dans ta tête quand tu résous un problème ou pas du tout ?	
192	L : C’est quoi déjà une chronologie ?	
193	I : C’est quelque chose qui se passe dans le temps, successivement.	
194	L : Non.	
195	I : Non, tu vois tout d’un coup ?	
196	L : Oui.	
197	I : D’accord, et une petite question que je t’avais déjà posée la dernière fois mais qu’il faudrait vérifier : dans ta tête tu vas vraiment te consacrer à l’opération en elle-même…	
198	L : … oui…	
199	I : … pas seulement et tout de suite à la réponse.	
200	L : Non.	
201	I : La réponse elle vient dans un 2ème temps.	
202	L : Oui. Mais moi l’important c’est de résoudre l’opération, ce n’est pas forcément d’avoir la bonne réponse, c’est d’arriver à déjà trouver l’opération et essayer de la résoudre.	Projet de sens de moyens : Louise semble accorder une importance capitale à la démarche.
203	I : Trouver la bonne méthode en fait, si je reformule.	
204	L : Oui.	
205	I : D’accord, est-ce que tu penses qu’il y a d’autres choses que je n’aurais pas pensé à te demander et qui se passent dans ta tête ?	
206	L : Non je ne crois pas.	
207	I : C’est bon ? Et bien écoute merci beaucoup !	
208	L : De rien !	

2.5. Pauline

	Dialogue pédagogique avec l'élève	Premiers éléments d'analyse repérés
1	I : Je te donne un nouveau problème de maths que tu ne connais pas. Tu vas le lire bien attentivement dans ta tête, et tu vas essayer de réfléchir à la façon dont tu vas faire dans ta tête pour trouver la réponse, d'accord ?	Présentation de la tâche.
2	P : Acquiescement de la tête.	
3	I : Après moi je vais te demander comment est-ce que tu as fait dans ta tête pour trouver la réponse. Les questions ce sera un peu du même style que celles que je t'ai posées la dernière fois, sur un nouveau problème. Et ce qui m'importe ce n'est pas vraiment la réponse que tu vas trouver mais comment toi tu as fonctionné dans ta tête. D'accord ?	
4	P : Acquiescement de la tête.	
5	I : Tu prends tout le temps dont tu as besoin et quand tu es prête tu me le dis.	
6	P : D'accord. *Mise en situation puis au bout de 2 environ* : Est-ce que je fais l'opération ou pas ?	
7	I : Ah bah tu peux si tu veux mais ce qui m'intéresse c'est de savoir comment est-ce que tu fais, donc tu peux chercher comment est-ce que tu fais l'opération dans ta tête mais tu n'es pas obligée de trouver le résultat.	
8	P : C'est bon.	
9	I : C'est bon ? Alors je t'ai donné le problème.	
10	P : Oui.	
11	P : Tu l'as lu.	
12	P : Oui.	
13	I : Et qu'est-ce qui s'est passé dans ta tête dès que tu l'as lu ?	

14	P : Euh, ben dès que je l'ai lu, ben vu qu'ils disent que y a 23 élèves, 1 enseignant et 1 stagiaire et que pour tous ça 100€, donc forcément faut faire une division… Donc on rajoute l'enseignant et le stagiaire sur les 23 élèves, ça fait 25, et on fait 25 divisé par 100.	Habileté métacognitive de planification : Pauline évoque les opérations qu'elle va effectuer pour résoudre le problème. Évocation verbale du problème (pas de marqueurs visuels).
15	I : *Silence*. 25 divisé par 100 ? Tout ça, quand tu l'as lu le problème tu te l'es reparlé dans ta tête ?	
16	P : Non, pas trop.	
17	I : Alors qu'est-ce qui s'est passé dès que tu l'as lu ?	
18	P : Euh… Bah…	
19	I : Tu m'as dit « je me suis dit que ils étaient 23 élèves + 1 enseignant et 1 stagiaire », est-ce que du coup ça veut dire que tu t'es reparlé, tu t'es redit l'énoncé dans ta tête ?	
20	P : Non.	
21	I : Non ? Tu ne te l'es pas du tout représenté dans ta tête ?	
22	P : Non.	
23	I : Alors est-ce qu'on peut dire que tu as vu quelque chose dans ta tête ?	
24	P : Silence. Bah, non, enfin je ne sais pas, ça vient un peu comme ça tout seul.	
25	I : Ça vient comme ça tout seul, d'accord. Ça veut dire que ça vient comment ?	
26	P : Ben… Silence. Ben c'est un peu comme si c'était une évidence quoi.	
27	I : D'accord. Mais quand tu lis le problème, tu ne te mets pas en projet de faire quelque chose ?	
28	P : C'est-à-dire ?	
29	I : Tu lis le problème mais tu ne le lis pas juste comme ça, tu le lis dans l'objectif de le résoudre, non ?	
30	P : Oui.	
31	I : Comment est-ce que tu vises cet objectif de le résoudre ? Qu'est-ce qui va te permettre de le résoudre dans ta tête ?	

32	P : Silence. Je ne sais pas.	
33	I : On va faire un petit exercice différent. Tu ne regardes plus le problème mais tu me redis tout ce que tu as lu sans regarder le problème.	
34	P : Alors c'est une école qui va voir un spectacle, ça coûte 100€ au total, en sachant qu'il y a 23 élèves, un enseignant et un stagiaire.	Fidélité à l'énoncé, Pauline l'évoque « tel quel » : projet de sens de 3ème personne.
35	I : D'accord.	
36	P : Et combien coûte une place pour une personne.	Idem.
37	I : Donc ça veut dire que quand tu l'as lu tu as imprimé directement dans ta tête toutes les données du problème ?	
38	P : Oui.	
39	I : C'est ça. Et elles sont imprimées sous quelle forme ces données dans ta tête ?	
40	P : *Silence*.	
41	I : Je sais que ce sont des questions auxquelles tu n'es pas habituée mais les données comme tu les as retenues dans ta tête, il y a forcément une façon dont elles sont rentrées : est-ce qu'elles sont rentrées en te faisant une image visuelle, ou est-ce que tu t'es parlée, ou est-ce que tu as entendu quelqu'un qui te redisait le problème ?	
42	P : *Silence*. Bah… *Silence*.	
43	I : Quand tu vois une image, une photo, si on cache la photo, enfin si tu la regardes précisément et qu'après tu la caches et tu essayes d'évoquer ce qu'il y a sur la photo…	
44	P : Oui.	
45	I : Quand tu fais ça, tu trouves forcément des éléments à redire sur cette photo.	
46	P : Oui.	
47	I : Alors est-ce que ça veut dire que tu vas te souvenir des images, et dans ta tête il va y avoir des images qui vont arriver, ou est-ce que toi tu vas te dire en te parlant dans ta tête tout simplement, alors j'ai vu un oiseau, j'ai vu un arbre… ou est-ce que tu vas entendre une voix qui va te dire il y avait un oiseau, il y avait la plage…	

48	P : Non ce serait plus j'ai vu un oiseau…	
49	I : Donc toi tu verrais l'oiseau ou est-ce que tu te parlerais « j'ai vu l'oiseau » ?	
50	P : Je me parlerais plus…	Évocations plutôt verbales semble-t-il.
51	I : D'accord, donc là est ce qu'on peut dire que quand tu lis un problème, tu vas te le redire dans ta tête ?	
52	P : Oui.	
53	I : C'est comme si tu te parlais à l'intérieur de ta tête ?	
54	P : Oui.	
55	I : C'est ça, j'ai bien compris ? Je n'invente pas ?	
56	P : Non.	Pauline confirme qu'elle se parle dans sa tête : évocation verbale.
57	I : D'accord. Donc du coup dès que tu as lu le problème si je comprends bien tu te l'es reparlé pour que ça fasse écho dans ta tête ?	
58	P : Oui.	
59	I : Très bien, donc à quoi ça a fait appel dans ta tête ?	
60	P : Silence. C'est-à-dire ?	
61	I : Ce problème-là tu l'as lu, tu te l'es redit, et après qu'est-ce qui s'est passé ?	
62	P : Ben, je l'ai lu puis j'ai cherché la façon dont je pourrais le résoudre.	Aller-retour dans sa bibliothèque mentale pour chercher un moyen de résoudre le problème : geste de réflexion.
63	I : D'accord, très bien, et tu as fait comment ?	
64	P : Et ben… silence.	
65	I : Comment est-ce que tu t'es dit que tu pouvais le résoudre ce problème ?	
66	P : Silence.	
67	I : Tu l'as lu et après tu m'as dit j'ai essayé de faire une opération.	
68	P : Mmh.	
69	I : Donc ça veut dire que quand tu l'as lu la 1ère chose à laquelle tu as pensé c'est l'opération ?	

70	P : Oui.	
71	I : Et comment est-ce que tu choisis l'opération ?	
72	P : Bah… ça dépend de la forme du problème, après si c'est… là y a le résultat et on a le nombre de personnes… enfin on a le résultat de l'addition pour tout mais pas pour une fois donc… après…	
73	I : Du coup tu choisis l'opération…	
74	P : Oui.	
75	I : Et tu la choisis comment l'opération ?	
76	P : Comment je la choisis ?	
77	I : Est-ce que tu passes en revue toutes les opérations que tu connais dans ta tête, et tu choisis la bonne, ou est-ce que directement ce problème te fait penser à la bonne opération, sans passer par les autres ?	
78	P : Mmh, je passe d'abord par les autres et après je dis « bah non ça ne peut pas être ça ».	Pauline semble observer des rapports de différences : elle considère les opérations qu'elle connaît et élimine celles dont les caractéristiques ne conviennent pas.
79	I : D'accord, donc tu compares dans ta tête la question qu'on te pose aux opérations que tu connais ?	
80	P : Oui.	
81	I : Tu les passes en revue chacune l'une après l'autre pour voir qu'elles ne fonctionnent pas et après tu t'arrêtes sur celle qui marche ?	
82	P : Oui.	
83	I : Là tu m'as dit que c'était quelle opération que tu avais choisie ?	
84	P : Une division.	
85	I : Une division, d'accord. Et comment est-ce que tu te la représentes la division dans ta tête ?	
86	P : *Silence*.	
87	I : Quand on te dit division, tu penses à quoi ?	

88	P : Partager.	Sens de la division : Pauline serait plutôt dans l'explication.
89	I : Partager, d'accord, tu penses au sens de la division. Et la division, comment est-ce que tu l'as apprise dans ta tête ?	
90	P : Comment est-ce que je l'ai apprise ?	
91	I : Comment est-ce que tu l'as enregistrée dans ta tête ? Tu as enregistré plutôt le sens ou plutôt la technique ?	
92	P : *Silence*. Les deux.	
93	I : Les deux, et là du coup quand tu vas la résoudre l'opération, tu vas penser à quoi ? Tu vas faire comment dans ta tête ?	
94	P : Bah… silence.	
95	I : Tu ne vas pas la résoudre dans ta tête en la posant par exemple ?	
96	P : Bah si j'essaye après si je pense que c'est pas ça la bonne réponse je vérifie sur une calculatrice, ou alors je la pose réellement sur un papier.	Habileté métacognitive de contrôle et de régulation : Pauline surveille si son résultat lui paraît plausible et s'il ne l'est pas, elle recommence différemment.
97	I : D'accord. Et quand tu la fais dans ta tête est-ce que tu la vois qui s'affiche ou est-ce que c'est toi qui est en train de te parler à l'intérieur de ta tête pour trouver le résultat ?	
98	P : Je me parle.	Évocation verbale (verbe *parler*).
99	I : Tu te parles, d'accord. Tu te parles comment ?	
100	P : *Silence*.	
101	I : Qu'est-ce que tu te dis ?	
102	P : Bah… *Silence*.	
103	I : Là par exemple pour ce problème tu m'as dit qu'il fallait partager.	
104	P : Oui.	
105	I : Alors il faut partager quoi ?	
106	P : La somme entre 25 personnes.	

107	I : D'accord, donc la division ça va correspondre à quoi ?	
108	P : *Silence*.	
109	I : Tu sais il n'y a pas de mauvaises réponses…	
110	P : Oui mais je n'ai pas compris la question, à quoi est-ce que ça va… ?	
111	I : Tu vas faire quoi comme division ?	
112	P : Bah je vais faire 25 divisé par 100.	
113	I : Alors pourquoi 25 divisé par 100 ? Qu'est-ce que tu vas partager ?	
114	P : Bah la somme.	
115	I : Et quelle est la somme ?	
116	P : 100€.	
117	I : 100€. Donc si tu partages 100€, tu es sûre que c'est 25 divisé par 100 qu'on fait ?	
118	P : 100 divisé par 25.	
119	I : A ton avis ? Quelle est la bonne, la 1ère ou la 2ème solution ?	
120	P : La 2ème.	
121	I : Pourquoi ?	
122	P : *Silence*. Je sais pas.	
123	I : Alors 100 on le partage en 25 personnes, donc on fait bien 100 divisé par 25. Alors si je te demande de le faire dans ta tête 100 divisé par 25, comment tu fais dans ta tête ?	
124	P : Ben je ne sais pas.	
125	I : Parce que vous faites du calcul mental en classe !	
126	P : Pas forcément, c'est plus sur la calculatrice.	
127	I : Ah oui mais vous en faites aussi sur l'ardoise parfois !	
128	P : Oui.	
129	I : Et vous devez juste écrire la réponse.	
130	P : Oui.	

131	I : Alors là imagine-toi dans la classe, Monsieur B. vous demande de calculer 100 divisé par 25, et tu dois écrire la réponse sur l'ardoise. Comment tu fais dans ta tête ?	
132	P : *Silence*.	
133	I : Est-ce que tu as une image de cette division qui se pose ou pas du tout ?	
134	P : Non.	
135	I : Est-ce que tu te parlerais plus pour la diviser ?	
136	P : Oui.	Évocation verbale possible.
137	I : Oui, et du coup tu te parlerais comment ? Tu te dirais quoi ?	
138	P : *Silence*.	
139	I : Est-ce que tu veux qu'on en prenne une plus simple ?	
140	P : *Silence*.	
141	I : Est-ce qu'elle te parait difficile celle-ci ?	
142	P : Bah un peu oui…	
143	I : Alors on va en prendre une autre. On va prendre… 25 divisé par 5.	
144	P : 25 divisé par 5…	
145	I : Comment est-ce que tu fais dans ta tête ? Tu te parles ?	
146	P : Oui.	
147	I : Alors qu'est-ce que tu te dis pour trouver ?	
148	P : *Silence*.	
149	I : Est-ce que tu te répètes les nombres 25 et 5 ?	
150	P : Oui.	
151	I : Oui. Et tu te dis quoi ?	
152	P : Ben en fait je la pose, mais c'est dans la tête quoi !	
153	I : Oui ? Ah ben ça c'est intéressant ! Tu la poses comment ?	
154	P : Ben je la pose mais… *Silence*.	
155	I : C'est exactement ce qu'il y a dans ta tête que je veux savoir.	

156	P : Ben je la pose… C’est comme si c’était sur un papier, mais c’est dans la tête.	Le type d’évocation n’est pas très net.
157	I : D’accord, et alors du coup, c’est comment ? Est-ce que c’est ton écriture qui l’écrit ?	
158	P : Non.	
159	I : Non ? Mais tu la vois visuellement ?	
160	P : Non.	Pas d’évocation visuelle.
161	I : Donc elle est posée comment ?	
162	P : *Silence*.	
163	I : Y a des traits ?	
164	P : Non, pas trop… C’est plus comme si je me parlais mais je la pose… Enfin je parle en la posant quoi.	Évocation verbale (verbe *parler*).
165	I : Tu parles en la posant. D’accord, et du coup ça se passe comment ?	
166	P : *Silence*.	
167	I : Tu te parles en la posant, ça veut dire que tu dis des choses ?	
168	P : Oui.	
169	I : Alors tu dis quoi ?	
170	P : … Ben c’est comme si je la faisais sur un papier sauf que je la fais dans ma tête, donc bah 2 divisé par 5 c’est pas possible, je prends 25, 25 dans la table de 5 ça fait 5, et voilà.	Évocation de la procédure utilisée pour la division : Pauline se parle dans sa tête en reprenant les mots que l’enseignant leur a appris pour calculer ce type d’opération.
171	I : D’accord, bah c’est exactement ça que je voulais savoir : comment est-ce que tu fais dans ta tête pour poser la division, enfin pour effectuer la division, et en fait tu la poses. Tu la poses dans ta tête en te parlant et tu la résous en te parlant.	
172	P : Oui.	
173	I : Voilà, et bah c’est exactement ça que je voulais savoir. Et du coup, si ce sont des chiffres un peu plus compliqués tu fais la même chose ? Tu mettras peut-être un peu plus de temps mais tu ne procéderas pas différemment ?	
174	P : Non.	

175	I : Ok. Dans ta tête, tu m'as dit que pour toi, quand on te disait diviser ça te faisait tout de suite penser à partager, ça veut dire que dans ta tête ça te fait penser à l'explication de la division ?	
176	P : Oui.	
177	I : C'est ça. Quand tu apprends une nouvelle leçon par exemple…	
178	P : … mmh…	
179	I : … qu'est-ce qui se passe dans ta tête ?	
180	P : *Silence*.	
181	I : Est-ce que tu vas chercher à l'expliquer dans ta tête ou est-ce que tu vas tout de suite de préférence chercher une application de cette leçon, donc un exercice dans lequel tu pourrais utiliser la leçon par exemple. Mini silence. Les deux solutions sont possibles : soit tu cherches à te l'expliquer dans ta tête pour bien la comprendre, soit tu cherches à l'appliquer en te fabriquant quelque chose.	
182	P : Je l'expliquerais plus…	Verbe *expliquer* qui pourrait correspondre à un projet de sens d'explication déjà observé.
183	I : Tu l'expliquerais plus, d'accord. Et du coup, comment est-ce que tu ferais pour te l'expliquer ?	
184	P : *Silence*.	
185	I : Tu te la redis dans ta tête ?	
186	P : Oui.	
187	I : Est-ce que tu changes les mots ? Tu les inventes avec des nouveaux mots qui t'aident à comprendre ou est-ce que tu gardes les mêmes mots ?	
188	P : J'invente avec les mots que je comprends.	La 1ère personne pourrait être mobilisée en plus ou après la 3ème.
189	I : D'accord, c'est intéressant, et après, ça s'imprime dans ta tête ?	
190	P : Oui.	
191	I : Et quand tu as besoin de le ressortir c'est les mots que tu avais inventés pour l'explication qui te reviennent ?	

192	P : Oui.	
193	I : D'accord. Donc là pour l'exemple de la division, quand tu m'as dit que tu allais faire une division pour résoudre le problème, qu'est-ce qui t'est revenu ? Le mot « partager » ?	
194	P : Oui.	
195	I : Et après, tu vas passer beaucoup de temps sur l'opération, ou est-ce que l'opération tu t'en moques un peu et tu te concentres plus sur le résultat ?	
196	P : Je me concentre plus sur l'opération.	Le fait de prêter grande attention au résultat pourrait indiquer un projet de sens de moyens.
197	I : D'accord. Si tu as ta calculette tu la fais sur la calculette…	
198	P : … oui…	
199	I : … mais après tu l'écris sur ta feuille ou sur ton cahier ?	
200	P : Oui.	
201	I : D'accord. *Mini silence*. Dans ta mémoire, quand tu as besoin de quelque chose que tu as appris, il n'y a aucune image mais tu te parles, ce sont des mots qui viennent.	
202	P : Oui.	
203	I : Ok. C'est des mots que tu dis avec ta voix à toi ?	
204	P : Oui.	
205	I : Ok. Euh… Quand tu résous le problème, tu as les choses petit à petit qui se passent dans ta tête ?	
206	P : Oui.	
207	I : Tu ne te dis pas qu'il y a plein de choses en même temps qui se passent.	
208	P : Non.	
209	I : Ok. Donc je te propose de re-réfléchir quelques secondes sur la façon dont tu fais dans ta tête, puis on va essayer de faire un petit résumé, d'accord ?	
210	P : Acquiescement de la tête.	

211	I : Donc essaye de te remettre dans ta tête tout ce que tu fais quand tu résous un problème.	
212	P : *Silence (d'introspection) puis* : c'est bon.	
213	I : Alors on reprend : tu lis le problème, et après…	
214	P : Après j'essaye de voir quelle opération je peux faire.	Recherche de l'opération à effectuer : geste de réflexion.
215	I : Oui.	
216	P : Après si je la trouve ben je la fais, donc bah je la pose, je la parle en la faisant.	Pauline semble fonctionner de manière plutôt linéaire. Évocation verbale (verbe *parler*).
217	I : Très bien.	
218	P : Et puis après bah quand j'ai trouvé le résultat bah je l'écris.	
219	I : D'accord. Donc tu évoques le problème en parlant.	
220	P : Oui.	
221	I : Tu peux transformer le problème avec tes mots.	
222	P : Oui.	
223	I : Voilà. Est-ce que tu fais partie de la scène que tu évoques ou est-ce que tu es plutôt spectateur ?	
224	P : *Silence*.	
225	I : Est-ce que tu t'inclues dans le problème, dans l'énoncé ?	
226	P : Non.	
227	I : Non, tu es donc spectateur de la scène.	
228	P : Oui.	Pauline serait plutôt témoin de sens, ne s'imaginant pas dans la scène qu'elle évoque.
229	I : Enfin spectatrice. D'accord. Donc tu lis le problème, tu te le réappropries, mais tu n'es pas dedans. Après tu évoques l'opération qu'il faut faire.	
230	P : Oui.	
231	I : L'opération, tu évoques le sens de l'opération que tu cherches.	

232	P : Oui.	
233	I : Donc là ça t'a fait directement au mot « partager » ?	
234	P : Oui.	
235	I : Et donc tu coup qu'est-ce que tu t'es dit ?	
236	P : Bah… Partager la somme, vu que c'est 100€, y a 25 personnes, donc 100€ il faut le partager en 25 personnes.	Choix de l'opération en fonction de son sens : projet de sens d'explication.
237	I : D'accord. Et du coup tu t'es dit que tu allais faire une ?	
238	P : Division.	
239	I : D'accord, donc toi ça t'évoque le sens de l'opération. Tu as tout de suite pensé à partager, au mot « partager » ou tu as pensé d'abord à autre chose ?	
240	P : Non, plus à partager en premier.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : Pauline se sert du sens des opérations pour les utiliser à bon escient.
241	I : D'accord. Tu n'as pas du tout comparé avec les autres opérations donc ?	
242	P : Euh bah, si un peu.	
243	I : Alors en 1er tu as comparé ou après, une fois que tu as trouvé qu'il fallait faire une division tu as comparé pour savoir si les autres ne fonctionnaient pas ?	
244	P : J'ai <u>d'abord</u> trouvé la division <u>et après</u> j'ai essayé de comparer pour voir si c'était bien la bonne.	Habileté métacognitive de contrôle : Pauline surveille si elle a choisi une opération adéquate. Connecteurs temporels : fonctionnement mental qui semble être dans le temps.
245	I : D'accord. Donc toi tu fonctionnes plutôt par similitudes, tu essayes de faire quelque chose que tu connais, et qui ressemble à un modèle en fait ?	
246	P : Oui.	
247	I : C'est ça ? *Mini silence*. On a dit que tu t'intéressais beaucoup à l'opération, donc l'opération pour toi elle a vraiment une importance ?	
248	P : Oui.	
249	I : Et tu la notes vraiment elle-même aussi sur la feuille.	

250	P : Oui.	
251	I : Ok. Euh… Quand tu cherches un nouveau… pas forcément un problème mais un exercice, par exemple celui que vous venez de faire là en français, est-ce que tu compares avec quelque chose que tu connais aussi ou tu compares avec d'autres choses qui ne ressemblent pas ? Je ne sais pas si c'est très clair là…	
252	P : Non.	
253	I : Là c'était sur la voix passive et la voix active.	
254	P : Oui.	
255	I : Est-ce que dans ta tête tu t'es dit je reprends le modèle de la voix active et je fais comme j'ai appris, pour le 1er exercice, ou bien est-ce que tu t'es dit, c'est différent de la voix active donc je fais le contraire…	
256	P : Plus différent de la voix active donc je fais le contraire.	Pauline semblerait chercher les différences entre deux évoqués pour mieux en saisir le sens.
257	I : Tu essayes de voir les différences plutôt que les similitudes ?	
258	P : Oui.	
259	I : D'accord, et en maths ça se passe comment ?	
260	P : Un peu pareil…	
261	I : Un peu pareil, donc tu serais plutôt à chercher d'abord les différences plutôt que les ressemblances ?	
262	P : Oui.	
263	I : Ok. Donc on va conclure : quand tu lis ton problème tu l'évoques en parlant, tu évoques aussi l'opération à faire au niveau de son sens que parles aussi.	
264	P : Oui.	
265	I : Tu te le redis dans ta tête. Après tu choisis l'opération qui convient, donc, et tu l'effectues dans ta tête encore en te parlant.	
266	P : Oui.	
267	I : D'accord. Est-ce que j'ai bien compris ?	
268	P : Oui.	

269	I : Est-ce que tu as autres choses que tu pourrais me rajouter ?	
270	P : Non.	
271	I : Ok, alors on s’arrête là, merci beaucoup.	

2.6. Roméo

	Dialogue pédagogique avec l'élève	*Premiers éléments d'analyse repérés*
1	I : Je te donne un problème nouveau, que tu ne connais pas. Tu vas le lire dans ta tête et puis te mettre en projet de réfléchir à ta façon de faire pour répondre à la question, d'accord ?	Présentation de la tâche à l'élève.
2	R : Mmh.	
3	I : Ce qui va m'intéresser ce n'est pas la réponse en elle-même mais toute la façon dont tu as procédé dans ta tête.	
4	R : D'accord.	
5	I : Cela va être le même type de questions que la dernière fois, sur un exercice différent.	
6	R : Mmh.	
7	I : Tu me dis quand tu es prêt, tu prends tout le temps dont tu as besoin.	
8	R : *L'élève se met en action puis au bout de 30s environ* : c'est bon.	
9	I : D'accord. Quand tu as lu le texte, comment ça s'est passé dans ta tête ?	
10	R : Bah une école dépense… Ben je me suis fait, comme on avait dit la dernière fois, je me suis refait l'image.	
11	I : Alors tu t'es fait quoi comme image ?	
12	R : Ben les 23 élèves qui allaient à l'école, qui dépensaient… Pour une place on ne sait pas combien c'est mais y a 23 élèves et ils dépendent 100€, plus un enseignant et un stagiaire au théâtre. Ben je m'imagine les enfants qui payent et aussi je m'imagine déjà la soustraction que je vais faire.	Reformulation de l'énoncé de manière plutôt fidèle : geste d'attention et projet de sens de 3ème personne (à cette étape).
13	I : Tu m'as dit « je m'imagine les enfants qui payent ». Tu imagines ça veut dire quoi : que tu les vois ou que tu les entends parler, que toi tu parles… ?	
14	R : Ben un peu oui…	
15	I : Un peu quoi ?	

16	R : Je me fais pas vraiment les images, je me les fais un petit peu mais vite fait, comme ça…	
17	I : Des silhouettes, comme tu m'avais dit la dernière fois ?	
18	R : Oui, parce que je pense plus aux soustractions à me faire qu'aux images à me faire, j'ai pas trop de mal en maths…	
19	I : Et donc quand tu lis le problème tu te le reformules dans ta tête, avec des mots ?	
20	R : Mmh… Surtout des soustractions je pense, comment je vais faire et… ben les mots pas, non non…	Roméo ne semble pas tellement se faire d'évocation visuelle de l'énoncé.
21	I : Tu dis des soustractions, c'est des soustractions ou tu veux dire opérations en général ?	
22	R : Des opérations en général.	Utilisation du terme de soustraction à mauvais escient.
23	I : D'accord.	
24	R : Par exemple là je me <u>dis</u> une école dépense 100€ pour emmener une classe de 23 élèves, son enseignant, une stagiaire au théâtre, alors déjà je vais mettre les deux personnes en plus dans le 23, ça va me faire 25, Après je vais faire 100 divisé par 25, et là j'ai tout trouvé, j'ai trouvé la réponse.	Évocation verbale (verbe *dire*) de l'énoncé en gardant cette fidélité à l'énoncé : projet de sens de 3ème personne. Habileté métacognitive de planification : Roméo décrit les étapes de résolution qu'il prévoit.
25	I : Tu l'as trouvée ? Ou tu ne l'as pas trouvée ?	
26	R : *Silence*. *Tout bas* : 25, 25, 25, 25 ça fait 100 donc… *Tout haut* : 4€.	Connaissance métacognitive sur les stratégies : Roméo utilise le calcul mental, voire un résultat mémorisé.
27	I : Ok. Donc, quand tu as lu le problème, qu'est-ce qui t'est venu directement dans ta tête ?	

28	R : La soustraction. Enfin là pour l'instant la 1ère fois que j'ai vu le problème j'avais pas très bien compris parce que normalement y a un petit peu plus de nombres, ce n'est pas souvent qu'on en fait des comme ça, alors j'ai pas compris, je l'ai relu deux trois fois après bah j'ai directement pensé à l'opération que j'allais faire.	Le fait de relire plusieurs fois le problème montre que Roméo a insisté sur le geste d'attention. Habileté métacognitive de planification : description des étapes de la démarche.
29	I : Ok. Tu as pensé à l'opération que tu allais faire. Ça veut dire quoi ?	
30	R : Bah, que… *Silence*. Ça veut dire… Je ne sais pas.	
31	I : Est-ce que ça veut dire que tu as fait appel aux opérations que tu connais dans ta tête et tu as choisi celle qui correspond ?	
32	R : Pas vraiment je me suis dit comment fallait faire.	Évocation verbale (verbe *dire*).
33	I : Qu'est-ce que tu t'es dit ?	
34	R : Une classe de 25 élèves, enfin 25 en ajoutant les 2, bah on peut pas savoir le prix en faisant « plus », « moins », je me suis dit l'opération comme vous avez dit la plus censée, et… aussi combien coute la place pour une personne… ben voilà…	Évocation verbale : verbe *dire*, pas de marqueur visuel. Roméo semble témoin de sens : il ne s'inclut pas dans la scène qu'il décrit. Il effectue des comparaisons entre les opérations en considérant les différences de chacune pour en mobiliser une. Habileté métacognitive de contrôle : Roméo choisit l'opération qui lui paraît la plus adaptée.
35	I : Ok. Donc tu as lu l'énoncé, c'était une histoire écrite, dans ta tête tu l'as redite. Est-ce que c'étaient tes mots ? Ou est-ce que tu l'as redite avec ces mots-là [du texte] ?	
36	R : Oui… Parce que moi souvent dès que j'ai le problème je comprends les opérations que faut faire et après je les fais…	Connaissance métacognitive sur la tâche : Roméo sait qu'il doit effectuer une ou des opération(s) pour répondre au problème.
37	I : Ok, et tu les fais comment ces opération ?	
38	R : Dans quel sens : comment je les pose ou comment je me les épelle ? Je n'ai pas très bien compris votre question…	

39	I : Alors tu m'as dit « après je les fais », comment tu fais l'opération dans ta tête ?	
40	R : Ah ! *Silence*. Ben là je me l'ai fait, encore c'était facile parce que 100 on sait combien… normalement quand on fait… En fait je n'ai pas l'habitude de faire une opération dans ma tête... soit je pose, soit j'utilise la calculette…	Connaissance métacognitive sur lui-même : Roméo sait qu'il n'a pas tendance à effectuer ce genre d'exercice fréquemment.
41	I : Ok. Mais là du coup tu m'as quand même trouvé la réponse !	
42	R : Oui.	
43	I : Bah comment tu as fait dans ta tête ?	
44	R : Ben je me suis <u>dit</u>… je me suis aussi rappelé des nombres… Je me suis fait 25… Combien de fois faut faire pour 100 ? Je fais 24 24 24 24, je me suis <u>dit</u> ah, y a 4x25 pour faire 100. Donc je me suis <u>dit</u> voilà, c'était 4€.	Évocation verbale (verbe *dire*). Roméo se montre acteur de sa résolution, montrant son cheminement mental pour obtenir le résultat. Connaissance métacognitive sur les stratégies : utilisation d'acquis mémorisés.
45	I : Ok. Donc là en fait pour effectuer la division, tu as fait un peu de manière globale, tu as essayé par tâtonnements en fait ?	
46	R : Oui.	
47	I : Parce que ça aurait pu ne pas tomber juste…	
48	R : Mmh… bah oui… *Silence*.	
49	I : Donc tu m'as dit je vais choisir l'opération dans ma tête… Tu compares l'opération avec les autres opérations et tu choisis la meilleure ou tu passes en revue chaque opération et après tu choisis la meilleure.	
50	R : Ça me vient directement à l'esprit, je ne sais pas comme ça, j'ai des facilités, moi ça me vient en fait comme ça tout de suite à l'esprit.	Connaissance métacognitive sur lui-même : Roméo est conscient de ses facilités en mathématiques. Hypothèse qu'il procède par similitude : comparant le sens de ce qui lui est demandé au sens des opérations qu'il connaît.
51	I : Toc tu tiltes. Euh, tu lis dans ta tête et toc ça te fait directement penser à la division, c'est ça ?	
52	R : Oui.	

53	I : Ok, c'est ça que je voulais savoir, très intéressant ! Ok ! Et qu'est-ce que tu as comme modèle de la division dans ta tête ? Parce que tu l'as apprise la division donc tu t'en es fait un modèle dans ta tête.	
54	R : Oui.	
55	I : Et qu'est-ce que c'est comme modèle que tu as dans ta tête ?	
56	R : Ben c'est comme quand on la pose, on fait un trait comme ça hop, je pose mes chiffres, et je pense… Je me fais un modèle comme ça à peu près…	Modèle visuel de la division : projet de sens d'application possible.
57	I : Ça veut dire que tu la vois posée ?	
58	R : Oui.	
59	I : Tu vois les chiffres ?	
60	R : Acquiescement de la tête.	
61	I : Ils sont comment ?	
62	R : *Silence*.	
63	I : C'est ton écriture, ou ce serait celle du maître ou…	
64	R : Une écriture bah…	
65	I : Un livre ?	
66	R : Je n'ai jamais trop fait attention… Un peu ordinateur…	
67	I : Une écriture d'ordinateur, ok. Et donc c'est ça que tu as dans ta tête dès que tu penses « division » ?	
68	R : Oui.	
69	I : Et tu penses à la façon dont tu l'appliques ? dont tu la résous ?	
70	R : Mmh.	
71	I : Ok, et si tu la résous dans ta tête, 100 divisé par 25, est-ce que tu vois les chiffres qui s'affichent avec les traits ?	
72	R : Mm ouai, ça va…	
73	I : Tu n'es pas obligé hein !	

74	R : Ben je m'imagine plutôt les soustractions posées que allongées en ligne…	La division lui fait penser à l'opération telle qu'il la poser pour la calculer, projet de sens d'application.
75	I : Tu veux dire la division posée que allongée ?	
76	R : Oui.	
77	I : Posée avec la barre verticale et la barre horizontale ?	
78	R : Oui.	
79	I : Ok, et donc celle-là tu la vois comme si c'était un ordinateur qui l'avait écrite, c'est ça ?	
80	R : *Acquiescement de la tête.*	À ce moment Roméo pourrait avoir des évocations visuelles de par les détails qu'il décrit.
81	I : Et après, pour trouver la réponse, tu ne sers plus de ce modèle et tu essayes de tâtonner ou tu essayes de t'en servir ?	
82	R : Je me sers de ce modèle et après je l'applique.	
83	I : Ok, tu l'appliques comment ?	
84	R : Comme je l'ai imaginé.	
85	I : Ok, et tu l'as imaginé comment ?	
86	R : *Silence*. Ben je l'ai imaginé…	
87	I : Est-ce que tu l'as imaginé comme vous l'avez appris en classe, ou est-ce que toi tu te fais ta propre méthode ?	
88	R : Comme on l'a fait en classe.	
89	I : Tu caches les chiffres…	
90	R : … oui !	
91	I : Et tu calcules comme ça ?	
92	R : Non non je fais ma méthode !	Roméo est acteur de sa résolution qu'il prépare « à son idée ».
93	I : Tu fais ta méthode ? C'est comment ta méthode ?	
94	R : Ma méthode que je fais dans ma tête ou que je fais à l'écrit ?	

95	I : Oui que tu fais dans ta tête.	
96	R : Ah bah… Je la fais pas vraiment dans ma tête en fait… Je pense l'opération dans ma tête mais je ne la fais pas dans ma tête. Sauf si c'est du calcul mental, et souvent en calcul mental on n'en fait pas des très dures, c'est des choses qui sont simples.	Recherche de résultats connus mémorisés dans sa bibliothèque mentale : geste de réflexion.
97	I : Ok, donc ça veut dire dans ta tête que quand tu as une opération de calcul mental c'est des nombres connus donc tu fais par tâtonnement, tu compares avec les nombres que tu connais déjà.	
98	R : Oui.	
99	I : Donc tu sais que 100 et 25 tu peux trouver des caractéristiques en commun. C'est ça ?	
100	R : Oui.	
101	I : Donc est-ce que ça veut dire que quand tu dois faire une opération dans ta tête tu ne la poses jamais ?	
102	R : Ben, non…	
103	I : Tu ne procèdes que par similitude avec ce que tu connais déjà ?	
104	R : Oui. Sauf celles qu'on n'a pas encore appris bien sûr et je m'imagine comme on avait appris l'année dernière.	
105	I : Ok, et comment tu avais appris l'année dernière ?	
106	R : A peu près pareil que cette année.	
107	I : Ok. *Silence*. Si je résume un peu ce qu'on a dit, tu lis le texte, tu le reparles dans ta tête, en fait un petit peu comme si tu le redisais par cœur c'est ça ?	
108	R : Oui.	
109	I : Avec tous les éléments qu'il y a dedans ?	
110	R : Oui.	
111	I : Donc tu as bien fais attention qu'il y avait 23 élèves + 2 accompagnateurs ça fait donc 25 personnes et ils payent en tout 100€ et du coup toi ça t'évoque directement l'opération qu'il faut faire ?	

112	R : Oui.	Roméo a l'air de confirmer qu'il trouve l'opération à effectuer en la comparant à celles qu'il a en mémoire : liens de similitude, geste de compréhension.
113	I : Voilà. Donc l'opération te vient d'un coup : top ça te fait penser à quelque chose de connu qui est la division.	
114	R : Mmh.	
115	I : Est-ce que ça te fait penser à un problème de division ou à une division « normale » ?	
116	R : Problème de division.	
117	I : Ok. Est-ce que c'est comme si dans ta tête tu avais un modèle de problème de division ?	
118	R : Oui.	
119	I : Ok. Après tu le résous. Si jamais ce sont des grands nombres que tu ne connais pas, en général tu fais à la calculette…	
120	R : Ou sur l'ardoise.	
121	I : Oui. Et si tu dois le faire dans ta tête tu te dis que c'est quelque chose qui est à ta portée et du coup tu compares avec des caractéristiques de nombres que tu as dans ta tête, que tu as appris l'année dernière par exemple. Est-ce que j'ai bien compris tout ce que tu m'as dit ?	
122	R : Oui.	
123	I : Ok. Et du coup, est-ce que tu es toujours dans l'application quand tu essayes de faire un problème ?	
124	R : Je me sers de quelque chose que je connais et je cherche à l'appliquer.	Le verbe appliquer pourrait faire penser au projet de sens d'application.
125	I : Tu ne cherches pas à te l'expliquer le problème si je comprends bien, tu veux tout de suite la réponse, appliquer.	

126	R : Sauf quand je comprends pas trop, y a que comme ça que je réfléchis un peu mieux sur le problème.	
127	I : Et alors ça veut dire quoi que tu ne comprends pas trop et que tu réfléchis mieux ?	
128	R : Ben par exemple quand il y a beaucoup d'opérations à faire, sur la question je me dis par exemple est-ce que c'est cette opération là qu'il faut faire, si je fais ça ça va me faire ci et tout… et après voilà.	Habileté métacognitive de contrôle : Roméo surveille le choix de l'opération à effectuer.
129	I : Ok, mais dans ce cas-là tu fais quand même appel dans ta tête aux souvenirs que tu as des opérations.	
130	R : Oui.	
131	I : D'accord. Sinon, quand tu as ton problème, tu le lis, tu sais que dans ta mémoire il y a des opérations, tu choisis celle dont tu as besoin et tu la résous avec les modèles que tu m'as dits.	
132	R : Mmh.	
133	I : Ok, donc d'après ce que j'ai compris tu es plutôt dans la comparaison, dans la similitude avec ce que tu connais déjà.	
134	R : Mmh.	
135	I : Et, au niveau de ta façon de visualiser les choses, tu te parles, tu ne te fais jamais d'images ou plutôt quelques silhouettes c'est ça ?	
136	R : Oui.	
137	I : Et est-ce que les silhouettes tu les vois évoluer dans le temps ou sur une image fixe ?	
138	R : Euh, évoluer un peu. Parce que si tout est fixe tout d'un coup ça te parle pas trop et…	
139	I : Ok, donc dans ta tête c'est comme un film en plusieurs étapes quand tu traduis le problème, c'est ça ?	
140	R : Hum hum.	

141	I : Ok. Euh… *Silence*. Est-ce que toi tu penses à d'autres choses que tu aurais pu me dire ?	
142	R : Ben non je ne pense pas…	
143	I : J'ai des petites choses qui me reviennent : quand tu traduis le texte en te parlant, quand tu te le redis, tu penses que tu fais partie de ce groupe d'élèves ou est-ce que tu es plutôt un spectateur, un témoin ?	
144	R : Un <u>témoin</u>.	Roméo serait plutôt témoin de sens, extérieur à la scène qu'il décrit.
145	I : Témoin, tu ne fais jamais partie de la scène que tu lis ?	
146	R : Mmh… si parfois…	
147	I : Et dans les problèmes ?	
148	R : Oui… ça varie… enfin… je fais pas trop gaffe à ça… Soit je me mets dedans soit je suis témoin.	Selon la situation Roméo peut aussi s'imaginer dans la scène : il pourrait donc être acteur ou témoin de sens.
149	I : Et comment tu te mets dedans ?	
150	R : Je me vois comme vous avez dit, évoluer avec les autres personnes… Après bah… bah voilà.	Cette description correspond plutôt bien à celle de l'acteur de sens.
151	I : Et quand tu redis le texte, tu le redis tel que tu l'as lu ?	
152	R : Oui.	Fidélité à l'énoncé : $3^{ème}$ personne.
153	I : Tu n'inventes pas des mots pour redire de manière différente comme tu le comprendrais mieux ?	
154	R : Non.	
155	I : Non. Ok, et enfin, quand tu comprends le problème, tu sais quelle opération il va falloir faire, et après tu vas trouver le résultat. Pour toi quelle est la période la plus importante : est-ce de trouver l'opération à faire ou de trouver le résultat ?	
156	R : *Silence*. Les deux.	
157	I : Les deux ?	

158	R : Parce que si c'est une mauvaise opération, qu'elle n'est pas très bien faite et tout, ça, ça sera pas très bien, et si bah le résultat est pas très bien, ce sera pareil.	
159	I : Donc toi tu t'intéresses en priorité à la méthode, donc la bonne opération dans le cas de ce problème, qui pourra t'amener à la solution.	Possible tendance à privilégier un projet de sens de moyens.
160	R : Oui.	
161	I : Et si tu fais une étourderie est-ce que pour toi c'est « grave » ou pas, si tu as la bonne méthode ?	
162	R : Ben non ça va, sauf si je la fais plusieurs fois ça devient un peu grave…	
163	I : Enfin c'est plus dommage ?	
164	R : Oui voilà.	
165	I : Mais pour toi ce qu'il y a de plus important est-ce que c'est bien de trouver la bonne opération ?	
166	R : Bah, pas le plus important parce que si parfois c'est ben de faire des erreurs ça fait apprendre d'autres choses…	
167	I : Oui. Ok. Ben écoute je pense qu'on va s'arrêter là si tu n'as pas d'autres éléments à m'apporter…	
168	R : Ok.	
169	I : Et bien merci beaucoup !	
170	R : Au revoir !	

Annexe 5 : Exemple de brouillon pour l'analyse des cas d'étude.

LOUIS

GESTE de RÉFLEXION

- 1er dialogue : – évocat° de l'énoncé avec les mots du texte (3ème pers.) "alors ils disent "Un gpe d'amis part en vacances pr visiter 1 rég° française..."
→ réflex° : évocat° des calculs effectués pr résoudre le pb
– bcp de verbal, Louis donne bcp de détails oraux sur sa façon de procéder. "Il fallait faire "divisé par 8" puisq' ils st 8 amis. Ms diviser quoi par 8 ? Ben le prix du séjour. Ms le séjour il leur a coûté cb ? Ben le trajet 640 €, la nourriture 200 € ..." : argumentateur ?
– "Ds ma tête je me dis d'abord q il faut additionner. Puis après j'additionne" Evocat° verbale et lieu de sens ds le tps
– "y a des fois ds ma tête je mets des objets q bougent et z ça, ça m'aide à retenir et à calculer" présence d'évocat° visuelles à confirmer + de mvt
– "Alors par exple, le trajet leur a coûté 640 €, ben j'imagine q'ils ont pris l'avion, alors l'avion ça leur a coûté 640 € dc ils payent à la caisse 640 €, enfin c'est ø à la caisse, c'est à l'aéroport, puis la nourriture bon ben ils vont au restaurant ou ils font des courses..." = encore bcp de détails. Il semblerait q L. en ait des images visuelles et q'elles parlent : "c'est moi q les fais parler" : 1ère personne
– il ne fait ø partie de la scène : TÉMOIN
– à propos des opérat° "ben je vois z si c'était 1 opérat° posée sur 1 feuille blanche ms c'est ds ma tête, et des fois je trouve la réponse z ça" : évocat° visuelle
– "Après je vérifie tjs à la calculette ds des pb z ça. J'essaye d'abord de la calculer. z ça, ça m'entraine, et z ça 1 jour je pourrai me dire, je pourrai l'avoir ds ma tête et la calculer sans la calculatrice dc je m'entraine 1 petit peu z ça." Recherche d'efficacité = recordman ? Adverbes de tps
– "si j'ai encore des choses à faire je préfère aller + vite ms si c'est pr lire 1 livre, j'aime bien lire ms je préfère avoir bon plutôt q de lire 1 livre" recherche d'efficacité
– L. va aider les autres "pcq comme ça eux aussi ils comprennent, et z ça ds la classe on évolue + vite, puis après on peut faire d'autres choses + rapidement" recherche d'efficacité
– Pr mémoriser : "j'essaye d'imaginer 1 situat° et après je m'en souviens. Par exple cette not° là c'était quoi, et alors ds ma tête y a la petite histoire q je m'étais inventée pr la retenir, et après une fois q je la retiens, ben après ds ma tête, ça c'était quelle leçon, ah c'était cette histoire-là" Projet d'applicat°
– "Y en a où je m'imagine + des pers. q font des leçons et après ds ma tête y a leur exercice, q est bon pcq il vaut mieux q je l'apprenne bien, ds ma tête, puis après je le vois, puis après je peux le réutiliser". Evocat° visuelle, tps, applicat°
– A propos de la réponse "je les vois tt q sortent de l'argent pr donner à la caisse et c'est ts 145 €." Evocat° visuelle
– "Y avait 2 étapes donc j'ai fait 1 étape par 1 étape" tps
– il fait des liens "je ne me souviens plus à quoi j'avais pensé, ms j'avais pensé à qqch q j'avais fait, moi, et ça m'avait encore + aidé à trouver"
– "j'aime + inventer moi-m̄ ma méthode c̄ ça si elle marche, moi j'ai ma méthode et z ça je l'utilise. Ça va z 1 méthode q certains vont trouver difficile alors q ds ma tête moi c'est # clair"
– résumé : → il se raconte 1 histoire en faisant parler les pers.
→ cpréhens° ac des liens
→ préfère inventer sa méthode de résolut°
→ applicat°, représentat° par images visuelles d'1 petite histoire avec pers. q parlent, c̄ si c'était 1 modèle
→ "Ds ma tête c'est mieux qd j'en ai 1 [modèle]"
→ recherche d'efficacité
→ l'opérat° ds la tête + à la calculette = double sécurité, permet de voir si 1 résultat ne paraît ø cohérent
– "Moi je trouve q ça m'aide d'inventer 1 techniq pcq après, moi je px m'inventer 1 techniq en fct° de l'histoire q je vais m'inventer après, et z ça je la retiens, ms pdt très lgtps. Comme ça y a des pers. q parlent, puis après je me souviens des pers. q parlent, z ça ds ma tête ils recommencent à parler de la m̄ chose q z moi je l'avais enregistré ds ma tête." INVENTEUR

• 2ème dialogue - évocat° de l'énoncé "tel quel", 3ème pers. Puis évocat° de son processus (exact).

→ 1ère chose q s'est passée ds sa tête : représentat° de la scène : "Y avaient 25 él. q étaient réunis ds cette salle, et y a Monsieur M. [dir. de cette école] q donnait l'argent à chacun pr payer la place de théâtre. Et en + il donnait 100€. Et du coup ĉ ça ds ma tête j'ai fait 1 petite opérat° et j'ai trouvé." Evocat° visuelle

- L. faisait partie de la scène : acteur de sens.
- "Ds ma tête je vois les pers. q bougent, puis y a M. le directeur il a dit "tu auras tant d'argent pr payer ta place de théâtre" à chacun". Evocat° visuelles, verbales, de mvt.
- "je voyais 1 scène... y avait 1 petit film ds ma tête, je les voyais bouger en m̄ tps q'ils me parlaient" évocat° multiples + tps car le film montre des étapes successives
- Geste d'attent° d'emblée avec représentat° de la scène
- Ensuite, choix de l'opérat°. "cm^t as-tu pensé à la divis°?" → "qd on fait 1 divis° on l'écrit, on la pose" : applicat° de la divis°.
- Evocat° visuelle de la divis° : "je l'ai posée ms ds ma tête, je voyais les chiffres, je voyais 100 et à côté je voyais 25, et la divis° elle s'est faite ds ma tête ĉ ça." "fond blanc, et les chiffres ils étaient noirs". "les chiffres ils étaient mis ĉ 1 divis° q'on poserait sur 1 cahier, et sur le côté et bien il y avait marqué q ça faisait 4, et y avait ∅ de reste" ACTEUR de la résolut°
- "les étapes elles se faisaient, les chiffres ds ma tête je les faisais apparaître" :
- "je me suis dit pdt cb de fois 100 il y a 25? Et du coup il y a 4 fois 25 ds 100 et du coup j'ai trouvé ĉ ça" évoqué mémorisé ? d'après la suite non
- pdt l'opérat° "non je ne parlais ∅ mnt, les chiffres ils apparaissaient sans q j'ai besoin de parler pcq je les faisais apparaître en fait"
- Qd il connaît déjà 1 résultat, les liens se font automatiq^mt. "Au lieu de faire 1 divis° y a + de suite 1 chiffre q se met, et du coup là je m'en rappelle"
- Cm^t a-t-il choisi la divis°? Lien : "Là je n'ai m̄ pas eu besoin de réfléchir, bah pr savoir cb ça va coûter, bah c'est obligé q'on fasse 100 divisé par 1 nb, puisq ça ne va ∅ coûter 100€ la place puisq'on est 25. Alors il dépense 100€ et chacun va payer 4€ vu q'ils st 25." évocat° verbale.
- "J'ai compris q'il fallait faire 1 divis° qd M. M. il a donné l'argent. Il avait 1 billet de 100€ et il fallait q'il en donne à chacun, ben pr enlever il faut diviser."
- Applicat°, quelle image de la ÷ ? "Ben ça fait ĉ 1 divis° q'on poserait, c'est exactem^t la m̄ sauf q y a pas les carreaux et c'est sur 1 fond blanc."
- ∅ de comparaison ac les autres opérat° : "ds ma tête je me suis + de suite dit q'il fallait faire 1 divis° pcq il fallait la partager, il fallait q chacun ait de l'argent pr payer sa place." similitude
- "je me fais moi-m̄ mes histoires" : les moyens d'arriver au résultat semblent + autant importts q ce dernier. Ms sur le cahier il ne juge ∅ nécessaire de noter les équat°. Il le fait tjs sur les évaluat° "pcq sinon ça enlève des pts". INVENT°, FINALITÉ
- résumé : → évocat° visuelles, verbales, en mvt de l'énoncé
  → "je reprends à peu près les mots du pb" : fidélité à l'énoncé, puis ajout de mots pr faire parler les pers. de l'histoire q'il s'invente
  → liens de similitudes pr évoquer l'opérat° - q'il voit visuellem^t
  → "on écrit des chiffres petit à petit, là c'est pareil les chiffres ils ne viennent ∅ tous d'1 coup" TPS
  → modèles d'applicat° pr cpdre
  → acteur / témoin : "des fois je ss au milieu des enf^ts ĉ ici et des fois je n'y suis pas. Par exple il n'y a q des adultes q partent en vacs et ils ne disent ∅ q y a des enf^ts, ben je ne vais ∅ me mettre dedans." Il s'identifie selon la situat°.
  → plutôt auprès des choses ? "moi je ss + à l'aise qd moi je ss + seul, qd qlq'1 ne me dit ∅ là tu vas faire ça, pcq s'il me dit de faire ĉ ça, ma méthode je ne pourrai ∅ la faire vu q'il me fait faire la sienne."
  → "y avait la petite histoire, après y avait l'opérat°, puis après y avait 1 autre morceau de la petite histoire, bah q M. M. il n'avait ∅ 1 billet de 100€ ds la main ms il avait plein de pièces de 2€ et il donnait 2 pièces de 2€ à chacun. Et ça fait 4€ pour chaq personne" = résumé : évocat° verbales, tps, visuel
  → "En fait c'est 1 gde histoire q serait coupée au milieu par 1 opérat° pr savoir cb, cm^t l'histoire elle va se terminer". [...] "Ça correspond à la réponse, ça va m'aider à faire 1 phrase réponse" TPS, finalité

EVOCATIONS VISUELLES ✓
EVOCAT° VERBALES ✓
EVOCAT° de MVT ✓
LIEU de SENS : TPS ✓
APPLICATION ✓
ACTEUR/TÉMOIN de SENS ✓
1ère/3ème PERSONNE ✓
AUPRÈS des CHOSES ✓
SIMILITUDES ✓
RECORDMAN ✓
FINALITÉ ✓
ARGUMENTATEUR
INVENTEUR ✓

- LOUIS : (M°)

1er dialogue : - "ils disent le prix du voyage pr 1 pers. Il fallait faire ÷ par 8" puisq' ils st 8 amis. Ms diviser quoi par 8? Ben le prix du séjour." CONTRÔLE

- "je vais aller aider les autres pcq ē ça eux aussi ils comprennent, et ē ça ds la classe on évolue + vite, puis après on peut faire d'autres choses + rapidemt." CM personnes
- "par exple ds celui-là [cet exo] y avait 2 étapes. [...] Y avaient 2 Q° alors là j'ai fait 2 étapes" CONTRÔ
- "je lis le pb, puis svt je le cpds, qd je ne le cpds ∅ je le relis une 2ème fois puis là je cpds" CM tâche
- "j'aime + inventer moi-m̄ ma méthode" planificat°.
- "qd je trouve q le résultat est bizarre, ben je refais le pb ē j'ai fait et si je trouve 1 autre sol. ben je re-refais, voir quelle est la solut° q j'ai trouvée le + de fois. CONTRÔLE
- "qd ds ma tête le résultat ça me paraît ≠ du tt ça, ça me paraît bizarre ē résultat, bah je refais, c'est 1 résultat q n'a aucun rapport ac ce q 'ils avaient dit, ben je refais." régulat°
- "je fais les pb et après je les refais ds ma tête pr voir si je trouve les m̄ résultats, bah ça veut dire q c'est ça." CONTRÔLE

2ème dialogue : - "on va faire 23 + l'enseignant + la stagiaire, donc ça va faire 25, 25 personnes vont y aller, et on va faire 100 € divisé par 25 pr trouver cb coûte 1 place." planificat°

- "le directeur donnait l'argent à chacun pr payer la place de théâtre. Et en tt il donnait 100€. Et du coup ē ça ds ma tête j'ai fait 1 petite opérat° et j'ai trouvé. CM tâche
- "ds ma tête ē j'ai fait la ÷, et ben j'ai trouvé à la fin" CONTRÔLE
- "il y a 4 fois 25 ds 100, et du coup j'ai trouvé ē ça" CM stratégie
- "pr savoir cb ça va coûter, bah c'est obligé q'on fasse 100 divisé par 1 nb, puisq ça ne va ∅ coûter 100€ la place puisq'on est 25". planificat°
- "moi j'ai compris q'il fallait faire 1 ÷ qd Monsieur M. il a donné l'argent. Il avait 1 billet de 100€ et il fallait q'il en donne à chacun, ben pr enlever il faut ÷" CM stratégie
- "il fallait faire 1 ÷ pcq il fallait partager, il fallait q chacun ait de l'argent pr payer sa place." CM stratégie
- "Y avait la petite histoire, après y avait l'opérat°, puis après y avait 1 autre morceau de la petite histoire [...] et ça fait 4€ pr chaq pers." RÉGULAT°
- le 2ème bout d'histoire "ça correspond à la réponse" RÉGULAT°

→ lecture de l'énoncé, reformulat° des données de manière verbale, séquence les étapes selon les Q° posées, détermine sa propre stratégie de résolut°, valide le résultat en s'en donnant 1 représentat° mentale et l'annonce.

CMP : sur lui-m̄
CMT : lecture & compréhens° essentielle
CMS : calcul mental, sens des opérat°.
C : intelligibilité des résultats