UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Archive ouverte UNIGE
https://archive-ouverte.unige.ch

Master 2013

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Intervention métacognitive : les effets auprès d'une élève présentant une déficience auditive et un retard du développement

Weber, Stefania

How to cite

WEBER, Stefania. Intervention métacognitive : les effets auprès d'une élève présentant une déficience auditive et un retard du développement. Master, 2013.

This publication URL: https://archive-ouverte.unige.ch/unige:27900

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

INTERVENTION METACOGNITIVE: LES EFFETS AUPRES D'UNE ELEVE PRESENTANT UNE DEFICIENCE AUDITIVE ET UN RETARD DU DEVELOPPEMENT

MEMOIRE REALISE EN VUE DE L'OBTENTION DE LA

MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ÉDUCATION - ÉDUCATION SPÉCIALE

PAR

Stefania Weber

CO-DIRECTRICES DU MEMOIRE

Dr. Christine Hessels-Schlatter et Dr. Mélanie S. Bosson

JURY

Dr. Marco G.P. Hessels
Hildalill Rojas Pino
Dimitri Gisin

GENEVE, janvier 2013

UNIVERSITE DE GENEVE
FACULTE DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'EDUCATION
SECTION SCIENCES DE L'EDUCATION

RESUME

À ce jour, quelques recherches démontrent l'efficacité de l'enseignement de stratégies auprès d'enfants malentendants, toutefois, peu de données sont disponibles. L'étude de cas que nous présentons ici concerne une intervention métacognitive auprès d'une élève malentendante présentant un retard du développement, âgée de neuf ans et intégrée dans une classe ordinaire. L'objectif principal de l'intervention est le développement des stratégies cognitives et métacognitives impliquées dans la résolution de problèmes mathématiques et leur transfert à l'école. Un entraînement individuel a eu lieu pendant dix séances dans un cabinet d'éducation cognitive et dix séances de transfert en classe. Les effets de l'intervention, mesurés à l'aide de tâches administrées en pré-test et post-test ainsi que d'observations durant les séances, sont significatifs au niveau de l'application des stratégies, des performances et du transfert. Ces résultats sont encourageants, il faut néanmoins considérer les limites de cette étude.

Remerciements

Je tiens à adresser tous mes remerciements aux personnes qui m'ont accompagnées et soutenues tout au long de l'élaboration de ce travail :

Mme Christine Hessels-Schlatter et Mme Mélanie Bosson, qui ont accepté de codiriger ce mémoire et qui ont été présentes pour me guider et pour améliorer ma recherche. Merci pour votre grande disponibilité, vos conseils et commentaires enrichissants.

M. Dimitri Gisin, d'avoir accepté de collaborer activement à la réalisation de cette recherche.

M. Marco Hessels et Mme Hildalill Rojas Pino, les membres de la commission, de l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire.

L'élève, de sa participation aux séances et de la confiance accordée par sa famille.

Karen Caputo, pour la lecture et la correction attentive de mon mémoire.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué à ma formation tout au long de la Maîtrise en éducation spéciale.

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION 5

II. PARTIE THEORIQUE 6

1. ÉDUCATION COGNITIVE 6

1.1. DEFINITION, OBJECTIFS, FONDEMENTS 6

1.2. METACOGNITION 9

1.2.1. Développement des stratégies et facteurs qui influencent leur utilisation 15

1.2.2. Rôle de la métacognition dans les apprentissages scolaires 16

1.2.3. Rôle des variables motivationnelles 18

1.2.4. Transfert 19

1.2.5. Médiation 21

2. DEFICIENCE AUDITIVE ET DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE 27

2.1. LES DEFICIENCES AUDITIVES 27

2.2. PROCESSUS COGNITIFS ET MÉTACOGNITIFS CHEZ LES PERSONNES MALENTENDANTES 28

2.3. CONSÉQUENCES DES DÉFICIENCES AUDITIVES SUR LES APPRENTISSAGES SCOLAIRES 32

2.4. ENSEIGNEMENT ET INTERVENTIONS AUPRÈS D'ENFANTS MALENTENDANTS 33

3. QUESTIONS DE RECHERCHE 37

3.1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE 37

3.2. QUESTIONS DE RECHERCHE ET HYPOTHÈSES 38

III. PARTIE EMPIRIQUE 40

4. METHODE 40

4.1. PARTICIPANTS 40

4.2. PLAN DE RECHERCHE 42

4.3. L'INTERVENTION MÉTACOGNITIVE 43

4.4. INSTRUMENTS D'ÉVALUATION 51

5. RESULTATS 55

5.1. PROGRÈS AU COURS DES SEANCES EN CABINET ET A L'ECOLE 55

5.1.1. Stratégies cognitives 56

5.1.2. Stratégies métacognitives 57

5.1.3. Utilisation des aide-mémoires 59

5.2. RÉSULTATS AUX TACHES DE PRE-TEST ET POST-TEST 61
5.2.1. Problèmes de mathématiques en cabinet 61
5.2.2. Épreuves scolaires : pré-test et post-test en classe 64
5.3. DISCUSSION DES RÉSULTATS 66
IV. CONCLUSION 73
V. REFERENCES 75
VI. ANNEXES 81

Liste des tableaux

Tableau 1. Taille d'effet moyenne selon les résultats (tiré de Dignath & Büttner, 2008). 17
Tableau 2. Plan de recherche. 42
Tableau 3. Phases de résolution de problèmes et stratégies correspondantes. 44
Tableau 4. Synthèse des principes et fonctions de la médiation. 48
Tableau 5. Plan de l'entraînement 50
Tableau 6. Opérationnalisation des stratégies. 52
Tableau 7. Cotation des stratégies aux problèmes de mathématique. 53
Tableau 8. Cotation des stratégies aux épreuves scolaires. 54
Tableau 9. Récapitulatif des progrès dans l'application des stratégies au cours de l'intervention. 60
Tableau 10. Récapitulatif des stratégies appliquées au pré-test et au post-test. 61
Tableau 11. Performances au pré-test et post-test. 63
Tableau 12. Récapitulatif des stratégies appliquées lors des épreuves effectuées au pré-test, en cours d'intervention, et au post-test. 64
Tableau 13. Performances aux épreuves scolaires. 66

Liste des figures

Figure 1. Modèle de mémoire à trois registres (tiré de Büchel & Büchel, 1995). 8
Figure 2. Schéma des composantes du fonctionnement cognitif-métacognitif selon Hessels-Schlatter 13
Figure 3. Taxonomy for far transfer (Barnett & Ceci, 2002, p. 261). 20
Figure 4. La mémoire de travail (tiré de Baddeley, 2000). 30
Figure 5: Aide-mémoire pour les étapes de résolution 47
Figure 6: Les nombres 49
Figure 7: Tâche de résolution de problèmes de mathématiques 49
Figure 8: Progrès quantitatifs dans l'application des stratégies dans les problèmes mathématiques. 67
Figure 9: Progrès quantitatifs dans l'application des stratégies aux épreuves scolaires. 68
Figure 10: Résultats quantitatifs aux tâches de pré-test et post-test en lien avec les performances. 69

Liste des annexes

Annexe 1: Guide de médiation.....81
Annexe 2: Grille d'observation.....82
Annexe 3: Tâches de pré-test et post-test en cabinet 83
Annexe 4: Tâches de pré-test et post-test en classe 87

I. INTRODUCTION

L'éducation cognitive est une éducation complémentaire à celle de l'école, et assume une importance accrue lorsqu'on cherche à favoriser le développement des capacités intellectuelles des élèves présentant des difficultés d'apprentissage ou des déficits dans le but de leur permettre de profiter au maximum des opportunités d'apprentissage. Plusieurs recherches (p.ex. Hessels, Hessels-Schlatter, Bosson & Balli, 2009 ; Hessels-Schlatter, 2010) ont prouvé les effets positifs de l'éducation cognitive sur l'utilisation des stratégies et les performances scolaires chez les élèves en difficultés d'apprentissage. Les enfants malentendants, aussi bien que les enfants présentant des difficultés d'apprentissage, se caractérisent par une faible utilisation des stratégies cognitives et métacognitives dans la résolution de tâches scolaires (Antia et al., 2010 ; Marschark & Wauters, 2010 ; Mousley & Kelly, 1998). Ceci est aussi vrai pour les mathématiques, où leurs performances se situent souvent au-dessous de la moyenne (Marschark & Hauser, 2008). Selon Hauser et al. (2008), les approches visant l'autorégulation et le développement des processus cognitifs sont particulièrement appropriées pour cette population. La recherche démontre que les jeunes adultes malentendants profitent des interventions métacognitives (p.ex. Mousley & Kelly, 1998 ; Strassman, 1997), il existe toutefois peu de données sur l'efficacité des interventions métacognitives auprès des jeunes enfants malentendants.

Dans cette étude de cas, nous visons à développer les capacités d'apprentissage d'une élève malentendante et présentant un retard du développement par le moyen d'une intervention métacognitive. En analysant les causes des problèmes d'apprentissage sur la base des processus cognitifs et métacognitifs, nous proposons une intervention adaptée aux besoins de l'élève et à la programmation de son contexte d'apprentissage scolaire tout en nous focalisant sur la résolution de problèmes mathématiques. L'intervention a lieu dans deux contextes : en cabinet d'éducation cognitive où l'élève apprend et entraîne des stratégies, et en classe où l'enfant doit appliquer et donc transférer les stratégies apprises. Les élèves présentant des difficultés d'apprentissage font difficilement un transfert des stratégies (Wong et al., 2003), ceci peut se montrer encore plus complexe lorsque le transfert ne concerne pas seulement le type de tâches mais aussi le contexte temporel, physique, social et fonctionnel (Barnett & Ceci, 2002). Pourtant, avec cette intervention en double contexte, nous cherchons à favoriser le transfert et à augmenter l'efficacité de l'intervention en ce qui concerne la réussite scolaire. À travers l'analyse des données récoltées dans notre étude pendant les prétests, posttests et l'intervention, nous cherchons à comprendre l'efficacité de cette intervention métacognitive auprès d'une élève malentendante intégrée dans une école primaire, au niveau stratégique, motivationnel, mais également concernant les performances scolaires et le transfert.

II. PARTIE THEORIQUE

1. Éducation cognitive

1.1. Définition, objectifs, fondements

La réussite scolaire est la clé pour participer dans la société en autonomie, être valorisé et avoir un futur professionnel. Certains élèves n'atteignent pas le niveau requis par les institutions scolaires car ils présentent des processus cognitifs déficitaires (Palacio-Quintin, 1990). L'école vise l'acquisition des connaissances nécessaires à la pleine participation dans la société, l'éducation cognitive en est complémentaire car elle vise à éduquer les processus qui permettent d'acquérir et de manipuler les connaissances (Bjorklund, 2005), son but est d'apprendre à apprendre (Paour & Cèbe, 1999). Ainsi, l'éducation cognitive répond aux besoins des élèves en difficulté d'apprentissage en leur donnant un soutien pour qu'ils deviennent capables et autonomes dans leur apprentissage ainsi que dans la résolution de problèmes, et qu'ils utilisent leurs connaissances. (Mayer, 2001 ; Palacio-Quintin, 1990). Son objectif est le renforcement et le développement des mécanismes sous-jacents à l'apprentissage, à savoir les processus cognitifs, métacognitifs et conatifs (Hessels & Hessels-Schlatter, 2010a ; Paour & Cèbe, 1999).

L'éducation cognitive se concrétise par des programmes qui s'adressent aux différentes populations cibles et qui utilisent des tâches scolaires ou non-scolaires (voir p. ex. *PEI*, Feuerstein, Rand, Hoffman & Miller, 1980 ; *DELF*, Büchel & Büchel, 1995 ; *Solve it!*, Montague, 2003 ; *Mathématiques et métacognition*, Lucangeli & Cornoldi, 1999). Elle s'adresse principalement aux enfants qui éprouvent des difficultés d'apprentissage: «elle se propose de stimuler le développement cognitif des personnes présentant un déficit intellectuel majeur, d'atténuer les conditions handicapantes liées à un déficit sensoriel ou moteur, de prévenir et de rattraper les échecs scolaires » (Paour *et al.*, 1995, p. 87). Bien que son but principal soit de soutenir les élèves en difficultés, certains auteurs (Palacio-Quintin, 1990 ; Pintrich, 2002) prônent une éducation cognitive qui fait partie de l'ensemble de la démarche éducative scolaire, car beaucoup d'enfants n'arrivent pas à développer des stratégies et des métaconnaissances de manière autonome: « il faut réaliser l'importance cruciale pour tous les individus de développer au maximum leur fonctionnement cognitif et en conséquence concevoir une éducation cognitive à l'école qui s'adresse à tous et qui est autant préventive que corrective » (Palacio-Quintin, 1990, p. 232).

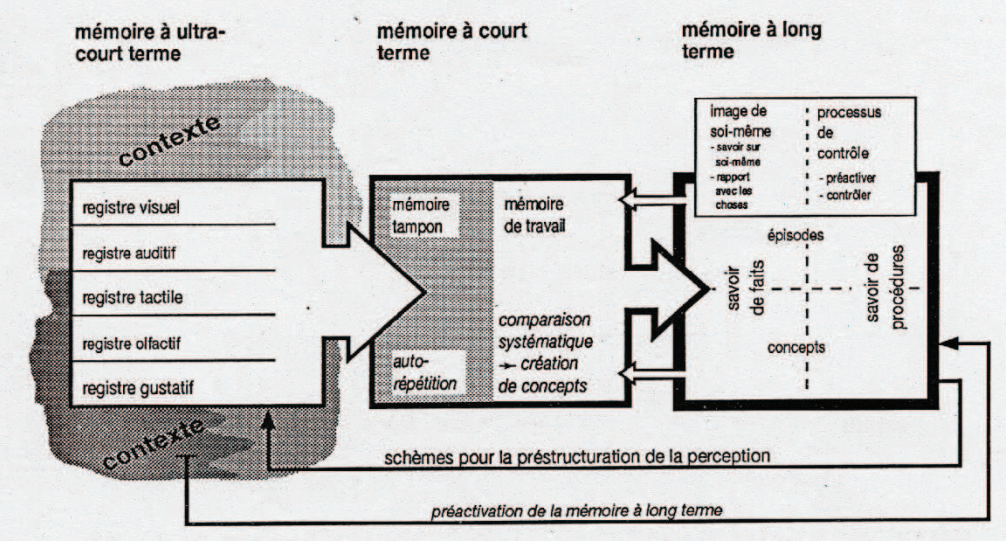
Büchel (2010) explique que l'éducation cognitive est une approche pédagogique individualisée, qui se base sur deux phases : l'évaluation des outils cognitifs et métacognitifs, et l'intervention médiatisée. Le but de l'évaluation est la compréhension du fonctionnement cognitif, elle doit donc être dynamique et porter sur la capacité de la personne de profiter de l'enseignement et sur les compétences réelles de l'enfant (Hessels & Hessels-Schlatter, 2010b). Ce type d'évaluation nous oblige à chercher les causes sous-jacentes à la réussite et l'échec dans des tâches scolaires : nous pouvons ainsi faire la distinction entre un manque de connaissance procédurale ou déclarative (p.ex. ne pas savoir exécuter une soustraction) et les processus déficients (p.ex. l'espace en mémoire de travail ne permet pas de retenir les informations numériques nécessaires à l'opération). L'évaluation peut être réalisée en utilisant des tests d'apprentissage (Hessels & Hessels-Schlatter, 2010b), mais aussi à travers des observations continues de l'élève (Palacio-Quintin, 1990). Elle est indissociable de l'intervention car elle a deux fonctions : 1) expliquer les problèmes d'apprentissage en termes de processus cognitifs, métacognitifs et motivationnels ; 2) proposer une intervention et une médiation adéquates au développement cognitif de l'enfant (Büchel, 2010 ; Hessels & Hessels-Schlatter, 2010b). En contribuant à expliquer les problèmes d'apprentissage et de raisonnement, et en proposant des programmes d'intervention, l'éducation cognitive occupe une place importante dans le domaine de l'éducation spéciale et de l'intervention auprès des personnes présentant des difficultés d'apprentissage (Büchel, 2010).

L'intérêt pédagogique de l'éducation cognitive repose sur le postulat que les élèves en difficulté d'apprentissage manquent de compétences cognitives et métacognitives, et que celles-ci peuvent être apprises (Doly, 2006). Ainsi, l'intervention consiste en la transmission systématique des outils de la pensée destinés à améliorer la capacité d'apprentissage et de raisonnement. Elle s'effectue alors à travers la médiation, il ne s'agit donc pas d'un enseignement des connaissances (Büchel, 2010; Büchel & Büchel, 1995; Mayer, 2001). L'intervention est destinée à améliorer et développer les processus et les stratégies métacognitives et cognitives, et la motivation (Hessels & Hessels-Schlatter, 2010a). Au niveau métacognitif, le but est que l'élève apprenne à s'autoréguler en adaptant sa manière d'aborder la tâche en fonction de ses besoins et des demandes de la tâche (Boekaerts & Corno, 2005). Au niveau cognitif, l'éducation cognitive vise l'amélioration des processus cognitifs et l'acquisition des stratégies cognitives qui permettent au sujet de résoudre des tâches plus facilement et efficacement. Au niveau conatif, l'objectif est que l'élève attribue de manière appropriée ses réussites et ses échecs (style attributif adéquat) et qu'il développe une motivation intrinsèque.

Le postulat à la base de l'éducation cognitive est l'éducabilité de l'intelligence : grâce à l'intervention éducative on peut modifier l'intelligence et apprendre à l'enfant à penser (Feuerstein *et al.*, 1980). Ensuite, l'éducation cognitive s'appuie sur plusieurs cadres théoriques (Büchel, 2010).

Premièrement, l'éducation cognitive s'intéresse aux processus cognitifs sous-jacents à l'apprentissage, elle considère ces processus responsables de l'efficience intellectuelle et en postule leur modifiabilité (Paour & Cèbe, 1999). Puisque l'intérêt se focalise sur les processus cognitifs nécessaires au traitement des informations, l'éducation cognitive se fonde sur les théories du traitement de l'information. Ces théories concernent l'encodage, le stockage, la combinaison et la récupération des informations et, par conséquence, se réfèrent aux processus de la perception, de l'attention, de la mémoire et du raisonnement (Sternberg, 2007). Selon ces théories, le développement cognitif se caractérise par des progrès au niveau de la mémoire, des connaissances, du contrôle des stratégies et du raisonnement qui permettent d'augmenter la capacité d'apprentissage (Sternberg, 2007). En ce qui concerne les théories de la mémoire, nous en présentons une de façon schématique dans la figure 1 (Büchel & Büchel, 1995).

Figure 1. Modèle de mémoire à trois registres (tiré de Büchel & Büchel, 1995).



Le modèle montre les différentes étapes du traitement de l'information aussi bien que la relation entre les trois registres de la mémoire (mémoire à ultra-court terme, mémoire à court terme, mémoire à long terme) et les processus cognitifs concernés. Ce modèle a été proposé pour expliquer les apprentissages, car la mémoire est un système clé dans le traitement des informations qui augmente avec l'âge et nous permet d'acquérir davantage, de mémoriser et de faire des liens entre les connaissances.

Le fonctionnement de la mémoire et des processus qui en dérivent influencent les apprentissages : toute tâche scolaire sollicite un traitement de l'information et la mise en place des processus cognitifs. Des recherches ont prouvé chez les enfants d'âge scolaire le lien existant entre les capacités de la mémoire de travail (MdT) et la réussite scolaire en lecture, en compréhension de textes et en mathématiques (Gathercole & Alloway, 2008).

Deuxièmement, l'éducation cognitive utilise la médiation afin de (ré)éduquer les outils de la pensée et s'appuie donc sur les théories de la transmission culturelle et de la médiation (Bruner, 1985 ; Feuerstein *et al.*, 1980 ; Vygotsky, 1978), selon lesquelles l'environnement joue un rôle très important dans le développement cognitif des enfants. En effet, une grande partie des apprentissages s'effectue à travers les interactions de l'enfant avec son environnement. La qualité de la médiation est un des facteurs qui influence l'apprentissage des stratégies et les performances scolaires des élèves faibles. Nous allons voir plus loin les principes pédagogiques de la médiation dans les interventions métacognitives (cf. chap. 1.2.5).

Troisièmement, l'éducation cognitive prend en compte les variables motivationnelles et les théories qui les concernent, en reconnaissant l'importance de ces variables dans les apprentissages.

Enfin, elle se base sur la théorie de la métacognition que nous allons approfondir dans le chapitre suivant.

1.2. Métacognition

Le terme métacognition, dérivant du concept de métamémoire de Flavell (1985), correspond d'un côté aux connaissances développées grâce à la réflexion portée sur son propre fonctionnement en relation avec la tâche, à savoir les métaconnaissances, et de l'autre elle se réfère au contrôle exécutif : la régulation et le contrôle des propres activités cognitives (Brown, 1987). Dans des activités d'apprentissage scolaire, les connaissances déclaratives sur l'interaction des caractéristiques de l'individu, de la tâche et des stratégies (métaconnaissances), et les connaissances procédurales (stratégies métacognitives) sont indispensables pour pouvoir utiliser efficacement les processus et les stratégies cognitives (Doly, 2006 ; Lucangeli & Cornoldi, 1999 ; Veenman, Van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006). Les composantes de la métacognition sont souvent sous-développées chez les enfants avec des difficultés d'apprentissage (Hessels-Schlatter, 2010 ; Short *et al.*, 1991) et ceux-ci utilisent généralement moins de stratégies et de manière moins efficace (Fuchs & Fuchs, 2003 ; Wong, Harris, Graham & Butler, 2003). Pour cette raison, la métacognition

contribue à l'explication des difficultés d'apprentissage et est un élément clé des méthodes d'éducation cognitive.

Afin que les élèves présentant des difficultés d'apprentissage aient un comportement plus stratégique et utilisent les stratégies de manière flexible, la présence de plusieurs facteurs est nécessaire (Borkowski, Estrada, Milstead & Hale, 1989) : l'acquisition des informations sur plusieurs stratégies, l'autorégulation dans l'utilisation des stratégies et la reconnaissance de l'importance de l'effort fourni dans la réussite. « The interaction of these metacognitive components played an essential role in generalization and maintenance of LD [learning disabled] students' strategic behavior. » (Borkowski *et al.*, 1989, p. 67).

Nous allons maintenant expliquer les métaconnaissances, les stratégies métacognitives et les stratégies cognitives pour ensuite montrer les liens existant entre ces aspects.

Les métaconnaissances

Les personnes ayant peu de métaconnaissances auront plus de difficultés à s'autoréguler et à appliquer des stratégies. Il existe trois types de métaconnaissances qui ont des fonctions distinctes sur l'application des processus et des stratégies cognitives et métacognitives (Hessels-Schlatter, 2010 ; Pintrich, 2002) :

- *Les métaconnaissances sur soi.* Les connaissances sur nos forces et nos faiblesses nous guident dans le choix d'une stratégie adéquate à nos caractéristiques personnelles. Dans les connaissances sur soi, nous pouvons aussi inclure les croyances sur notre propre capacité de résoudre une tâche et la motivation à réussir.
- *Les connaissances sur la tâche.* Ces connaissances concernent le type de tâche, le domaine, le degré de difficulté, mais aussi les connaissances, les procédures qui sont applicables et/ou indispensables dans un exercice précis.
- *Les connaissances sur les stratégies.* Ces connaissances concernent les stratégies d'apprentissage en général, leurs conditions d'application (quand et comment les utiliser) et leur efficacité dans différentes tâches.

Stratégies métacognitives

Les stratégies métacognitives sont des processus de contrôle qui se réfèrent aux habiletés d'une personne à réguler sa propre activité pour atteindre un but, elles supposent un distanciement par rapport à l'action cognitive afin de la surveiller et assurer une plus grande réussite (Doly, 2006 ; Pintrich, 2002). Ces processus de contrôle ont la fonction « de choisir, d'intégrer et de coordonner les nombreuses variables cognitives dans toute action cohérente » (Mazzoni, 1999, p. 77). Les

stratégies métacognitives servent à contrôler la mise en œuvre des stratégies et des processus cognitifs (p. ex. choisir la stratégie d'entourer les éléments clés) et sont applicables dans beaucoup de situations (Büchel, 2010). Elles se concrétisent en trois ensembles d'opérations qui s'exercent avant, pendant et après la gestion de la tâche (Doly, 2006 ; Hessels-Schlatter, 2010) :

- La *planification* consiste à : activer les connaissances en mémoire à long terme ; identifier l'objectif de la tâche ; déterminer les étapes et leur ordre d'exécution en fonction des données et d'une représentation mentale du but (même incomplète) ; sélectionner des stratégies adéquates, déterminer l'investissement cognitif et le temps nécessaire pour la résolution.
- Le *contrôle continu* (monitoring) consiste à : guider les procédures à mettre en œuvre ; anticiper les conséquences des actions ; contrôler les processus de résolution (activités et résultats) et repérer les erreurs ; adapter le plan et les stratégies ; contrôler et justifier les réponses.
- L'*évaluation* concerne : la vérification des réponses finales ; l'évaluation des procédures utilisées par la mise en rapport du but, des procédures et des stratégies utilisées, et du résultat obtenu ; les jugements sur la résolution.

Stratégies cognitives

Les stratégies sont des actions cognitives que le sujet utilise pour soutenir l'exécution d'une tâche cognitive comme la mémorisation, la compréhension, l'acquisition des connaissances, la résolution de problèmes ou le calcul (Pintrich, 2002). Elles sont utilisées pour apprendre et résoudre des problèmes plus facilement et de manière plus efficace (Hessels-Schlatter, 2010). « Strategies are defined as deliberately implemented, nonobligatory operations that are potentially available to consciousness and used to improve task performance. » (Bjorklund, 2005, p. 180).

En contexte scolaire, les élèves peuvent utiliser une grande quantité de stratégies cognitives en fonction des tâches proposées et de leurs besoins spécifiques. Par exemple, pour organiser les informations et les mettre en lien ils peuvent faire un schéma, ou afin de sélectionner et focaliser l'attention ils peuvent entourer ou souligner, et pour décharger la mémoire de travail ils peuvent biffer les éléments traités.

Dans le contexte de cette recherche, nous allons décrire plus spécifiquement les stratégies pour la résolution de problèmes en mathématiques.

Stratégies pour la résolution de problèmes en mathématiques

Montague (2003, 2007, 2008), dans son programme d'entraînement métacognitif aux mathématiques, propose l'apprentissage d'une série de stratégies cognitives et métacognitives qui favorisent la réussite dans des tâches de problèmes: analyser, lire, vérifier la compréhension par des

stratégies (paraphraser, visualiser), se représenter le problème, planifier sa démarche, contrôler les actions et s'autoréguler par la verbalisation. Dans le programme de Cornoldi (Lucangeli & Cornoldi, 1999), l'intervention prévoit de développer une prise de conscience et une amélioration des processus qui concernent : la compréhension (identifier les informations pertinentes, visualiser le problème, reformuler, contrôler la compréhension) ; la prévision (activer les connaissances, identifier les difficultés) ; la planification (trouver une manière pour résoudre un problème, choisir des stratégies) ; le guidage (verbaliser afin de se contrôler) ; et l'évaluation (contrôler le résultat et identifier les erreurs). Sur la base des stratégies pour la résolution de problèmes proposées par Montague (2006, 2007) et des processus métacognitifs du programme de Cornoldi (Lucangeli & Cornoldi, 1999), nous allons lister quelques stratégies cognitives et métacognitives qui peuvent soutenir les élèves dans les trois phases de résolution de problèmes : compréhension, planification et exécution. Ces stratégies ont été entraînées dans notre étude, avec d'autres stratégies plus spécifiques aux besoins de l'élève, qui sont décrites dans le chapitre 4.3.

Compréhension du problème

- Analyser et décrire la tâche : explorer et considérer tous les éléments de la tâche, afin de faciliter la représentation mentale du problème et de soutenir la planification des étapes.
- Lire la consigne : permet d'identifier l'objectif de la tâche.
- Contrôler la compréhension : l'élève doit prendre conscience et juger sa compréhension de la consigne pendant ou après sa lecture et mettre en place des stratégies comme la relecture ou le retour à la consigne pour améliorer sa compréhension.
- Paraphraser : reformuler les consignes dans ses propres mots est une stratégie d'élaboration qui permet d'acquérir une compréhension et une représentation mentale de la tâche.

Planification

- Définir les étapes : permet de suivre les étapes dans l'ordre, d'avoir un comportement systématique pour atteindre le but et de se concentrer sur une seule étape à la fois.
- Verbalisation : permet de se guider (auto-instruction : dire à soi-même ce qu'on doit faire), de se poser des questions (auto-questionnement) et de contrôler sa performance (autocontrôle).

Exécution

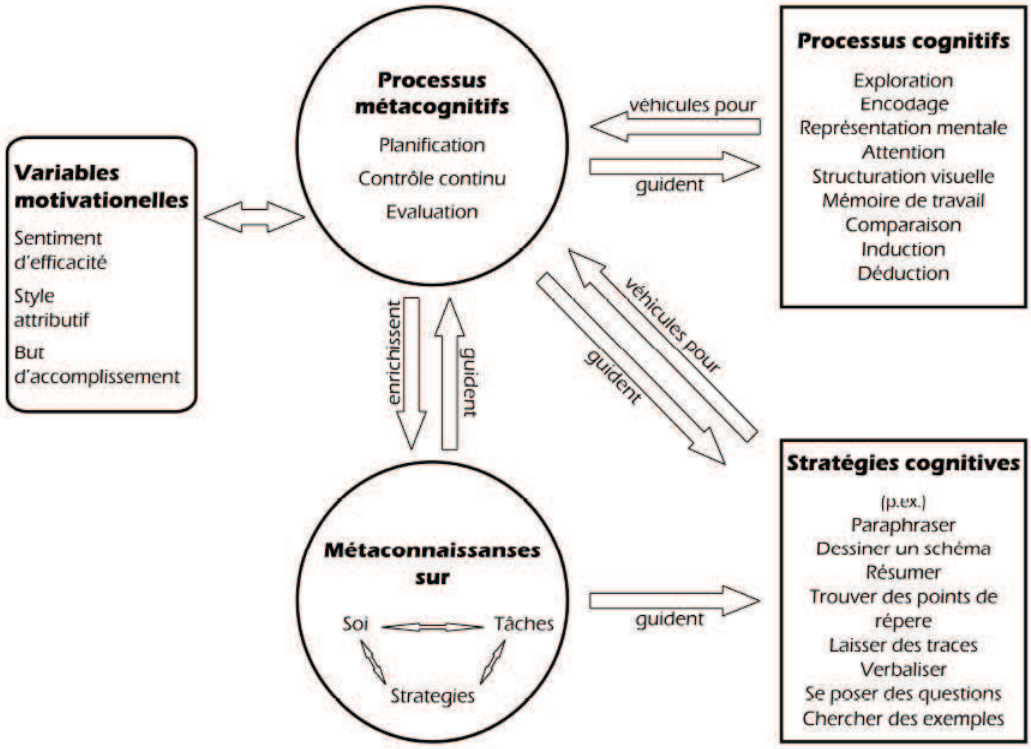
- Stratégies spécifiques pour le calcul : permettent de contrôler les opérations mathématiques, par exemple, mémoriser un chiffre et additionner l'autre sur les doigts (pour l'addition).
- Contrôle des activités et des résultats : permet de contrôler et corriger la démarche, par exemple interrompre une action et recommencer, refaire une opération.

- Stratégies de mémoire externe : ces stratégies permettent de compenser la faiblesse de la mémoire de travail en réduisant la surcharge, mais aussi de focaliser l'attention sur les éléments pertinents, par exemple entourer, souligner ou prendre des notes.

Influence entre les variables métacognitives, cognitives et motivationnelles

Toute intervention métacognitive doit se focaliser sur les aspects cognitifs, métacognitifs et motivationnels, et considérer les liens existants entre ces aspects représentés dans la figure 2 (Hessels-Schlatter, 2010).

Figure 2. Schéma des composantes du fonctionnement cognitif-métacognitif selon Hessels-Schlatter



Le bon fonctionnement des processus cognitifs, et donc un bon traitement et manipulation des informations, permet d'atteindre un bon niveau d'apprentissage et, en combinaison avec les connaissances procédurales et déclaratives acquises, influencer positivement la réussite scolaire.

Cognition et métacognition sont interdépendantes et déterminent l'utilisation efficace des stratégies (Bjorklund, 2005 ; Büchel, 1996; Doly, 2006 ; Veenman *et al*., 2006). Les stratégies cognitives peuvent être des moyens pour effectuer des opérations métacognitives, par exemple paraphraser pour contrôler. En même temps, les processus et les stratégies cognitives sont guidés et coordonnés par les stratégies métacognitives qui servent à planifier, contrôler et évaluer les processus et les stratégies à mettre en place pour résoudre une tâche (Hessels-Schlatter, 2010).

De bonnes métaconnaissances, acquises par l'expérience dans l'utilisation des processus cognitifs et la réflexion métacognitive, sont nécessaires pour utiliser adéquatement toute stratégie et guider leur application (Büchel, 2010 ; Hessels-Schlatter, 2010). Par exemple, pendant la lecture d'une consigne, l'élève doit avoir des métaconnaissances sur soi et sur ses faiblesses en compréhension. Il doit choisir et pourtant connaître une stratégie efficace comme la relecture, il doit planifier son utilisation (relire la consigne avant de commencer l'exécution de la tâche) et contrôler son efficacité (la relecture lui a permis une meilleure compréhension). Le lien entre métaconnaissances et stratégies est réciproque, car d'une part, l'application efficace d'une stratégie implique une conscience métacognitive sur les conditions d'application et sur les avantages de son utilisation dans une certaine tâche (Bjorklund, 2005).Et d'autre part, c'est grâce à son utilisation que nous pouvons créer un ensemble de métaconnaissances (Mazzoni, 1999).

En ce qui concerne les stratégies métacognitives, la planification et le contrôle continu, ils s'effectuent sur la base des métaconnaissances activées par le sujet, tandis que l'évaluation finale vise la modification et l'amélioration des métaconnaissances. La prise de conscience dans l'évaluation finale favorise le développement de métaconnaissances sur soi, sur la tâche et sur les stratégies, car la mise en lien entre les procédures utilisées et les résultats obtenus nous permettent de vérifier l'efficacité de notre manière de résoudre une tâche. Par exemple, lors de la planification, le sujet peut choisir une stratégie (refaire l'addition pour contrôler sa justesse). Il connaît l'efficacité de la stratégie dans une tâche de calcul car il sait d'avoir des difficultés à se souvenir de calculer la retenue (métaconnaissances). Le sujet applique ensuite la stratégie lors d'une addition en colonne. Pendant l'évaluation finale, la réussite dans le calcul va renforcer les métaconnaissances sur l'efficacité de la stratégie

L'enrichissement des stratégies par la prise de conscience de leur utilité et leurs conditions d'application permet une utilisation efficace. En conséquence, l'élève pourra résoudre plus facilement une tâche grâce à l'application efficace des stratégies (Büchel, 1995 ; Paour *et al.*, 1995). Ainsi, la prise de conscience en cours de tâche et les métaconnaissances sont des éléments fondamentaux pour l'application des stratégies. Le sujet doit prendre conscience de ses activités pour déployer les stratégies métacognitives (Doly, 2006) : avant de commencer, l'élève doit prendre du temps pour analyser la tâche afin de comprendre et se représenter le but ; pendant la résolution, il doit prendre conscience des données et des stratégies qu'il utilise en fonction du but qu'il veut atteindre pour s'autoréguler ; en fin de tâche, il doit modifier ses métaconnaissances sur la base des expériences vécues lors de la résolution et de l'évaluation faite sur l'efficacité des stratégies mises en œuvre.

Enfin, l'investissement de l'élève est déterminé par les variables motivationnelles, telles que le sentiment d'efficacité (se sentir capable), le style attributif (croire dans la contrôlabilité de sa propre réussite) et le but d'accomplissement (être motivé à atteindre l'objectif de la tâche).

1.2.1. Développement des stratégies et facteurs qui influencent leur utilisation

Les stratégies cognitives se développent et deviennent plus efficaces avec l'âge et leur utilisation dépend de plusieurs facteurs (Bjorklund, 2005). Selon le modèle sur le choix des stratégies proposé par Siegler (2001), les enfants utilisent des stratégies de manière sélective et adaptative : ils disposent d'une variété de stratégies pour résoudre un problème, stratégies qu'ils utilisent de manière variée en fonction de la tâche, de la pratique et de leur maturation (avec l'âge, les enfants vont sélectionner plus fréquemment certaines stratégies et en diminuer d'autres), et également en fonction du contexte d'application (académique ou de jeu). En outre, si la stratégie se trouve dans la zone proximale de développement (ZDP) l'élève aura plus de facilité à se l'approprier et à l'utiliser efficacement.

Deux phénomènes qui se succèdent ont été identifiés afin d'expliquer le manque d'utilisation ou le manque d'efficacité des stratégies. Le déficit de production (Flavell, 1970) indique que l'élève est capable d'utiliser une stratégie mais il ne le fait pas sans incitation du médiateur. Le déficit d'utilisation (Miller, 1990) indique que l'élève applique la stratégie, mais sans que cela n'améliore ses performances. Ces déficits sont expliqués par le fait que les stratégies ont un coût cognitif, en effet, les stratégies sont des processus demandant de l'effort, donc, étant donné que les ressources cognitives sont limitées, l'application d'une stratégie prive l'élève des ressources mentales nécessaires à l'exécution d'une tâche. Ces déficits peuvent être dépassés par l'entraînement et aussi avec le développement de l'enfant, car la capacité de traitement de l'information se développe avec l'âge et donc l'application des stratégies devient plus probable et plus efficace avec l'âge (Bjorklund, 2005). Les stratégies pourront être appliquées de manière efficace dans différentes tâches sans surcharger la mémoire de travail avec leur automatisation par la pratique répétée (Büchel, 2007).

Les élèves en difficulté d'apprentissage rencontrent souvent des problèmes dans l'application et le transfert des stratégies, dans la métacognition et l'autorégulation (Swanson & Jerman, 2006 ; Wong *et al.*, 2003). L'enseignement des stratégies est l'une des approches la plus efficace permettant aux enfants d'apprendre à utiliser différentes stratégies et de devenir des apprenants plus

compétents (Swanson, 1999). Ce types d'enseignement s'est montré efficace pour les enfants présentant des difficultés d'apprentissage aussi bien en ce qui concerne les performances que la motivation, ceci augmente leurs chances de réussite (Montague, 2007 ; Wong *et al.*, 2003). De plus, l'apprentissage des stratégies cognitives pour la résolution de problèmes est particulièrement pertinent pour eux puisqu'il permet de développer les outils cognitifs et métacognitifs nécessaires à la pensée et à la compréhension des tâches (Wong *et al.*, 2003).

1.2.2. Rôle de la métacognition dans les apprentissages scolaires

Une intervention métacognitive a de multiples avantages chez les élèves : favorise le transfert des connaissances et des compétences, assure plus de réussite dans les tâches scolaires, développe les compétences d'autorégulation et l'autonomie, développe la motivation et l'estime de soi (Doly, 2006). Donc, elle peut produire deux types d'effets sur les individus : l'amélioration des compétences entraînées (stratégies cognitives et métacognitives, métaconnaissances, motivation) et l'amélioration des performances dans des tâches cognitives ou scolaires (Hessels-Schlatter & Hessels, 2010).

Les méta-analyses de Dignath et Büttner (2008) et Dignath, Büttner et Langeldt (2008) ont mis en lumière les effets positifs des programmes d'intervention métacognitive sur les comptétences entraînées et sur la réussite scolaire en général. Afin d'illustrer les effets des interventions dans les écoles du cycle élémentaire, nous allons prendre comme référence la méta-analyse de Dignath et Büttner (2008). Cette méta-analyse concerne quarante-neuf études d'interventions métacognitives dans des écoles primaires, avec un total de 263 élèves, qui se basent sur l'analyse des résultats obtenus entre un groupe expérimental et un groupe de contrôle. Les résultats présentés dans tableau 1 montrent l'amplitude de l'effet des interventions métacognitives (variable indépendante) sur différentes variables dépendantes : l'utilisation des stratégies cognitives et métacogntives, la motivation, et les performances scolaires.

Tout en considérant l'amplitude de l'effet, nous constatons que les interventions métacognitives ont des effets positifs sur les compétences directement entraînées (stratégies et motivation) et aussi sur les performances scolaire dans différentes branches. Les effets plus importants concernent l'application des stratégies cognitives et métacognitives (0.72), la motivation (0.75) et les performances scolaires en mathématiques (0.96).

Tableau 1. Taille d'effet moyenne selon les résultats (tiré de Dignath & Büttner, 2008).

	Primary school mean ES (SE)	−95% CI	+95% CI
All dependent variables	0.68 (0.03) n=263	0.63	0.74
Academic performance overall	0.61 (0.05) n=102	0.52	0.70
Academic performance mathematics	0.96 (0.13) n=25	0.71	1.21
Academic performance reading/writing	0.44 (0.06) n=55	0.34	0.55
Academic performance other subjects	0.64 (0.09) n=22	0.46	0.83
Strategy use	0.72 (0.04) n=113	0.64	0.79
Motivation	0.75 (0.09) n=48	0.57	0.92

Les auteurs donnent aussi des résultats sur le pourcentage prédit par l'intervention métacognitive par rapport aux différentes variables. Les interventions métacognitives prédisent en moyenne : 33% d'utilisation des stratégies, 40% de la motivation, 29% de la réussite scolaire en général, 44% pour la réussite en mathématiques, et 19% en lecture/écriture. En outre, les auteurs spécifient les aspects qui influencent l'efficacité des interventions : l'impact est plus important lorsque on entraîne les stratégies métacognitives plutôt que des stratégies cognitives seules ; l'utilisation des stratégies augmente si une réflexion métacognitive est prévue dans l'intervention, plus l'intervention est longue plus l'impact est important ; les interventions sont plus efficaces pour les mathématiques que pour d'autres matières ; et lorsqu'elles sont menées par des chercheurs plutôt que par des enseignants. La conclusion tirée par les auteurs sur l'importance d'une intervention métacognitive est très explicite: « the implication is that an adequate level of metacognition may compensate for students' cognitive limitations » (Dignath & Büttner, 2008, p. 6). En plus de démontrer l'importance des interventions métacognitives dans les apprentissages scolaires, ces résultats donnent des bases pour de futures interventions.

L'importance des processus métacognitifs sur la réussite scolaire a aussi été démontrée par une recherche de Veenman *et al.* (2006). En ce qui concerne la prédiction de la réussite scolaire dans plusieurs domaines, les données montrent que : les habiletés métacognitives expliquent 17% de variance unique, les habiletés intellectuelles contribuent pour le 10% de variance unique, les deux variables partagent 20% de la variance commune. Cela nous permet de conclure que la métacognition joue un rôle même plus important que des habiletés intellectuelles pour les apprentissages scolaires.

En ce qui concerne le contexte d'intervention, les recherches démontrent que les interventions, que ce soit en centre spécialisé ou en classe, permettent d'atteindre une augmentation dans l'application et la qualité des stratégies aussi bien qu'une amélioration des performances dans les

branches scolaires (Bosson, 2008 ; Berger, Kipfer & Büchel, 2008 ; Hessels, Hessels-Schlatter, Bosson & Balli, 2009 ; Kistner *et al.*, 2010 ; Zohar & David, 2008). Ces études, en accord avec les résultats de Dignath et Büttner (2008) confirment la validité écologique de l'intervention en contexte naturel. Cependant, selon la méta-analyse de Dignath et Büttner, l'efficacité augmente si l'intervention est menée dans le contexte scolaire.

1.2.3. Rôle des variables motivationnelles

Si un élève ne connaît pas son besoin d'utiliser une stratégie, il n'est pas motivé à mettre en place des stratégies, ou s'il pense ne pas arriver à résoudre une tâche, il a plus de risques de ne pas réussir. Pour cette raison, la motivation joue un rôle important dans l'application des stratégies et dans l'autorégulation (Bandura, 2007 ; Boekaerts & Corno, 2005 ; Paour *et al.*, 1995). D'où l'importance que l'intervention métacognitive s'adresse également au renforcement conatif en développant un sentiment d'efficacité par un style attributif adéquat et une motivation intrinsèque (De Beni & Pazzaglia, 1999 ; Doly, 2006 ; Montague, 2007). En effet, un fonctionnement intellectuel efficace requiert non seulement un bon fonctionnement des processus cognitifs et des compétences métacognitives, mais nécessite aussi un usage efficace de ses habiletés (Bandura, 2007) : « les individus ont besoin d'un sentiment d'efficacité pour utiliser ce qu'ils savent, avec cohérence, persévérance et compétence, particulièrement quand les choses ne tournent pas bien et que des performances insuffisantes entraînent des conséquences négatives » (p. 338). Une fois que les élèves sont guidés dans l'application des stratégies et que celles-ci permettent d'améliorer leurs performances, les croyances d'efficacité augmentent (Bandura, 2007 ; Montague 2007).

Le style attributif d'un élève (l'interprétation des causes de réussite ou d'échec) a des conséquences sur la confiance en soi et la persévérance : celui qui attribue la réussite ou l'échec à des causes internes et contrôlables est plus motivé à fournir des efforts et à utiliser des stratégies (Moé & De Beni, 1999). La perception d'auto-efficacité augmente les attentes et l'investissement de l'élève, et influence le style attributif : « l'acquisition, le maintien et le transfert d'une stratégie deviennent dès lors possibles par la modification des aspects métacognitifs et motivationnels. Ces derniers sont les précurseurs et les fondements d'une attitude stratégique positive qui, à son tour, constitue la base pour l'apprentissage de toute nouvelle stratégie » (Moé & De Beni, 1999, p. 121).

Il existe un lien circulaire entre motivation, application des stratégies et amélioration des performances : de bonnes performances permettent d'augmenter le sentiment d'efficacité et ce

dernier améliore les efforts et la motivation qui, à leur tour, vont influencer positivement les performances (Bandura, 2007).

1.2.4. Transfert

Il ne suffit pas de connaître et savoir utiliser des stratégies, les individus doivent aussi apprendre à les utiliser dans différents contextes, à les transférer aux nouvelles situations, c'est la raison pour laquelle le transfert est un argument de grand intérêt et un objectif principal de l'école (National Research Council, 2000). Le transfert concerne la capacité d'appliquer des stratégies, des connaissances ou des compétences apprises dans un contexte dans de nouvelles situations (Mestre, 2003). Le transfert est influencé par les caractéristiques de l'élève, la qualité des apprentissages initiaux (connaissances et procédures), la représentation abstraite des principes des apprentissages, l'étendue et le contexte du transfert (le transfert proche ou éloigné) (Bosson, 2008 ; Mayer, 1998 ; Mestre, 2003 ; National Research Council, 2000).

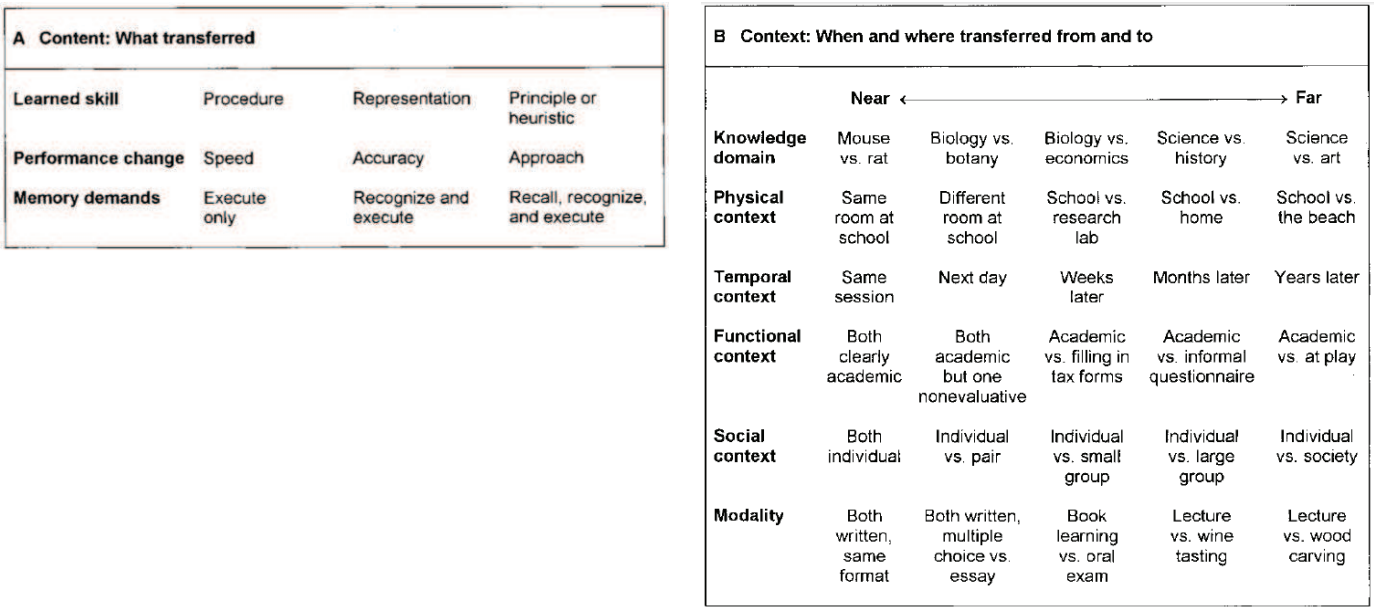
En ce qui concerne les caractéristiques individuelles, le transfert est influencé par les capacités cognitives (opérations mises en place et connaissances du domaine), les aspects métacognitifs et la motivation (Mayer, 1998). L'insuffisance des métaconnaissances et du contrôle exécutif chez l'élève influence négativement le transfert des stratégies cognitives. Et seuls les programmes qui incluent une réflexion métacognitive explicite peuvent produire un transfert chez les personnes ayant des difficultés d'apprentissage (Bjorklund, 2005 ; Büchel, 2010). Le transfert est favorisé par une abstraction des principes généraux des connaissances et compétences, et l'abstraction est facilitée par la possibilité de faire l'expérience dans différents contextes (Mestre, 2003). Selon Veenman (2006) les interventions métacognitives doivent être menées en lien avec un contenu scolaire à défaut duquel le transfert attendu n'aurait pas lieu.

En ce qui concerne les stratégies, nous trouvons des stratégies plus ou moins transférables en fonction de leur spécificité. Les stratégies métacognitives sont plus universelles car elles peuvent être transférées dans plusieurs situations, cependant, elles sont plus difficiles à appliquer dans une situation spécifique car il faut les adapter au contexte. Quant aux stratégies cognitives, bien qu'elles soient plus faciles à appliquer étant donné qu'il y a une démarche bien précise d'exécution dans un certain contexte, elles sont plus difficilement transférables dans un autre contexte vu leur spécificité.

En ce qui concerne l'étendue, Barnett et Ceci (2002) ont proposé une taxonomie du transfert qui permet d'évaluer la proximité ou l'éloignement des tâches auxquelles nous appliquons un transfert

(figure 3). Selon cette taxonomie il faut évaluer le transfert sur la base de deux dimensions : le contenu transféré et le contexte du transfert.

Figure 3. Taxonomy for far transfer (Barnett & Ceci, 2002, p. 261).



A Content: What transferred

Learned skill	Procedure	Representation	Principle or heuristic
Performance change	Speed	Accuracy	Approach
Memory demands	Execute only	Recognize and execute	Recall, recognize, and execute

B Context: When and where transferred from and to

	Near ←				→ Far
Knowledge domain	Mouse vs. rat	Biology vs. botany	Biology vs. economics	Science vs. history	Science vs. art
Physical context	Same room at school	Different room at school	School vs. research lab	School vs. home	School vs. the beach
Temporal context	Same session	Next day	Weeks later	Months later	Years later
Functional context	Both clearly academic	Both academic but one nonevaluative	Academic vs. filling in tax forms	Academic vs. informal questionnaire	Academic vs. at play
Social context	Both individual	Individual vs. pair	Individual vs. small group	Individual vs. large group	Individual vs. society
Modality	Both written, same format	Both written, multiple choice vs. essay	Book learning vs. oral exam	Lecture vs. wine tasting	Lecture vs. wood carving

Afin d'illustrer la question de la distance du transfert selon les différents critères, il nous semble pertinent de prendre comme exemple le transfert qu'un élève doit effectuer pour appliquer en classe des stratégies pour les mathématiques apprises lors d'une séance en cabinet, comme dans le cadre de notre étude. Nous supposons qu'une intervention métacognitive chez un spécialiste vise l'amélioration du comportement stratégique non seulement lors des séances en thérapie, mais également à l'école et nous allons analyser le transfert en utilisant la taxonomie de Barnett et Ceci (2002). Par rapport au contenu, les stratégies peuvent être générales (p. ex. la planification et le contrôle) ou plus spécifique (p. ex. barrer les éléments déjà comptés) ; la nature des changements attendus peut être en relation avec l'autonomie de l'application (spontanée ou sur demande), la vitesse d'exécution ou la précision et justesse de la mise en place ; la demande peut être tout simplement de mettre en place une stratégie ou alors de rappeler, choisir et exécuter une stratégie. Dans notre exemple, nous formulons l'hypothèse que le même contenu (les stratégies) doit être transféré dans les deux contextes. Par rapport au contenu, nous attendons que l'élève 1) transfère aussi bien les stratégies générales que les stratégies spécifiques ; 2) que l'application devienne autonome, plus rapide, plus précise et plus correcte ; 3) qu'en classe les stratégies devront être à la fois rappelées, reconnues et exécutées, ce qui est une demande assez complexe. En ce qui concerne la distance du transfert, les deux contextes demandent un transfert à différents niveaux. Par rapport au domaine, le transfert est proche à éloigné : les tâches d'entraînement et de transfert (post-test et

évaluation scolaire) sont du même domaine (les mathématiques), mais il y a des tâches de mathématiques à l'école qui sont très différentes de celles utilisées lors de l'intervention. Le transfert au niveau du contexte physique (cabinet *vs* école) et social (individuel *vs* classe) est très éloigné. Le contexte temporel est moyennement éloigné car l'élève peut appliquer les stratégies à l'école dans la même semaine ou la semaine d'après (dans le cas des évaluations scolaires). Le transfert au niveau du contexte fonctionnel, aussi bien qu'au niveau de la modalité, peut aller de proche (dans les deux contextes on utilise des exercices scolaires sur papier) ou éloigné (en cabinet on utilise des jeux ou du matériel concret pour résoudre un problème).

1.2.5. Médiation

D'après Vygotsky (1978), l'interaction avec un adulte plus compétent (médiateur), permet à l'enfant d'intérioriser progressivement les fonctions supérieures et la régulation externe afin de devenir plus compétent et de s'autoréguler. « L'éducation cognitive justifie l'hypothèse de la modifiabilité de l'intelligence en postulant que l'enfant apprendrait à penser et à apprendre essentiellement grâce aux efforts de médiation » (Büchel, 1995, p. 58).

Le but de la médiation est l'amélioration du fonctionnement cognitif : le développement et le renforcement des processus cognitifs et métacognitifs. De ce fait, elle se focalise sur les processus mis en place par l'élève plutôt que sur les performances, et cherche à développer et automatiser des stratégies cognitives et métacognitives, de développer la motivation et le sentiment de compétence. Une médiation cognitive, qui doit être intentionnelle et explicite, est indispensable pour accompagner les élèves dans le développement des stratégies cognitives et métacognitives nécessaires aux apprentissages scolaires et à la construction des connaissances (Hessels-Schlatter, 2010 ; Prouchet, 1999).

Cette médiation doit s'effectuer dans la ZDP, entre les capacités actuelles de l'enfant et ce qu'il est capable de faire avec l'appui d'un adulte (niveau de développement potentiel) pour lui permettre d'aller au-delà de ce qu'il sait faire seul et d'apprendre (Vygotsky, 1978). Pour ce faire, le médiateur s'engage à organiser et adapter du matériel, à donner du sens à l'activité d'apprentissage, à maintenir l'intérêt de l'enfant et à l'orienter dans son interaction avec le stimulus.

La médiation s'effectue par l'intermédiaire privilégiée du langage qui régule et donne du sens aux apprentissages de l'enfant (Vygotsky, 1978). Le rôle du langage est très important dans l'interaction car, d'un côté, il transmet et permet donc une intériorisation chez l'enfant qui pourra

passer d'une régulation externe à une autorégulation, et de l'autre côté, il permet de prendre une distance par rapport à ses actions et d'en prendre conscience (Bruner, 1985).

Le questionnement et la verbalisation sont des outils de la médiation pour développer des compétences cognitives et métacognitives. En effet, le médiateur doit, par le questionnement métacognitif, conduire les élèves à prendre conscience de leur propre activité cognitive, les inciter à réfléchir sur leurs propres actions, stimuler l'autorégulation (Hessels-Schlatter, 2010). Cela, tout en adoptant une aptitude de soutien et d'exigences qui encourage et incite l'élève dans la recherche des réponses, sans pourtant donner les réponses (Paour & Cèbe, 1999). La verbalisation a un rôle important pour trois raisons : elle développe les fonctions du langage (description, évocation, explication, justification), elle est un système symbolique pour l'intériorisation et la communication, elle favorise la prise de conscience (Hessels-Schlatter, 2010 ; Withebread *et al.,* 2009). Une étude menée par Schunk et Cox (1986) a démontré que des élèves à faible niveau qui utilisent la verbalisation comme forme d'autoguidage améliorent leur réussite en mathématiques et en lecture, et augmentent leur efficacité personnelle perçue par rapport aux pairs qui n'utilisent pas la verbalisation. Les résultats de Short (1991) confirment que la condition *penser à haute voix* (*thinking aloud*) détermine une meilleure réussite des élèves dans différentes épreuves d'un test d'intelligence. Cependant, le médiateur doit considérer que la verbalisation peut causer une surcharge de la mémoire de travail chez les jeunes enfants et peut donc avoir un impact négatif sur les performances (Withebread *et al.,* 2009).

Le médiateur doit aussi développer chez l'élève les aspects conatifs. Il doit transmettre un sentiment d'efficacité à l'élève par la reconnaissance de ses compétences (l'élève doit se sentir capable d'effectuer une tâche), il doit s'investir afin de développer un style attributif adéquat (l'élève doit comprendre que son comportement stratégique peut améliorer ses performances) et améliorer l'estime de soi (Hessels-Schlatter, 2010).

Découverte et enseignement des stratégies

Les stratégies sont des processus qui peuvent être découverts par les enfants pendant la résolution de tâches, mais sont souvent des processus transmis ou enseignés (Bjorklund, 2005). Ainsi, la médiation vise à développer les stratégies que les élèves en difficulté, surtout, mais cela peut aussi bien concerner d'autres enfants, n'acquièrent pas dans la relation seule avec la tâche (Prouchet, 1999). Les élèves présentant des difficultés d'apprentissage bénéficient particulièrement de cet enseignement car ils se caractérisent généralement par un comportement peu stratégique (Wong *et al.*, 2003), et éprouvent des difficultés dans la résolution de problèmes ne leur permettant pas d'atteindre de bonnes performances (Montague, 2008).

Des méthodes indirectes ou directes d'enseignement de stratégies peuvent être utilisées, en considérant que le choix de la méthode et des stratégies doit correspondre aux besoins de l'élève (Swanson, 1999). Les méthodes indirectes s'appuient principalement sur le questionnement métacognitif qui doit amener l'élève à découvrir et améliorer l'application des stratégies. À côté de ces méthodes, il y a aussi des méthodes directes, qui s'appuient sur le modelling et sur les consignes du médiateur sur la mise en place des stratégies. Le modelling, la démonstration et la verbalisation par le médiateur pendant la résolution, sont des facteurs clés dans la réussite de l'enseignement des stratégies car ils permettent aux élèves d'avoir un modèle à imiter et de comprendre comment une personne compétente résout un problème (Graham & Harris, 2003). Une étude sur l'enseignement des stratégies cognitives et métacognitives par les enseignants (Kistner *et al.*, 2010), montre que l'enseignement direct des stratégies est le plus corrélé avec la réussite scolaire des élèves. En outre Büchel (Büchel & Büchel, 1995 ; Büchel, 2010) explique que pour rendre modifiables les stratégies inefficaces il faut d'abord amener l'élève à les désautomatiser et à en prendre conscience, étant donné que les processus cognitifs se déroulent pour la plupart du temps de manière automatique et inconsciente.

D'après Montague (2008) l'enseignement des stratégies chez les enfants présentant des difficultés d'apprentissage devrait être mené dans des conditions idéales : l'intervention doit être faite de manière intensive et dans un temps restreint et dispensée par un expert qui connaît les caractéristiques de l'élève et ce dernier doit pouvoir appliquer les stratégies en classe pour les généraliser. Lors de l'enseignement de nouvelles stratégies, Moé et De Beni (1999) synthétisent les étapes et les principes à suivre, qui correspondent en grand partie aux étapes proposées par le modèle de Pressley et Woloshyn (1995) sur l'enseignement des stratégies, mais aussi aux principes de Swanson (1999):

1) enseigner peu de stratégies en même temps, mais de manière intensive et extensive ;
2) décrire la stratégie et expliquer son utilité et son but ;
3) fournir des exemples concrets de son utilisation (modelling) ;
4) entraîner l'application de la stratégie dans une multitude de tâches ;
5) encourager le contrôle dans l'application des stratégies ;
6) stimuler la généralisation : présenter et proposer différentes situations d'utilisation ;
7) augmenter et soutenir les variables relatives à la motivation : mettre en évidence le lien entre utilisation de la stratégie et les attributions (meilleur résultat avec comportement stratégique), améliorer le sens d'auto-efficacité.

La médiation doit préparer au transfert des stratégies en cherchant à : développer les métaconnaissances sur les stratégies (connaître leur utilité et condition d'application), reformuler des stratégies pour les décontextualiser, alterner les jeux et les tâches scolaires pour recontextualiser les stratégies apprises sur une autre tâche, développer le sentiment d'efficacité et un style attributif adéquat (Hessels-Schlatter, 2010). Le choix des tâches pour l'intervention va influencer le transfert. Les tâches non-scolaires offrent des avantages, elles ne nécessitent pas de connaissances préalables et permettent de se focaliser sur les procédures plutôt que sur le contenu. De plus, elles ne suscitent pas d'émotions négatives liées aux échecs scolaires (Feuerstein *et al.*, 1980 ; Büchel, 1990 ; Bandura, 2007) et permettent de renforcer les capacités cognitives et métacognitives ainsi que les performances dans des tâches scolaires (Hessels-Schlatter, 2010). L'apprentissage contextualisé offre l'avantage d'appliquer les stratégies directement sur des tâches scolaires sans nécessiter un transfert. À ce propos, une alternance des tâches scolaires et non-scolaires peut éviter les désavantages d'un apprentissage seulement contextualisé ou decontextualisé (Bosson, 2008 ; Hessels, Hessels-Schlatter, Bosson & Balli, 2009) et permet de promouvoir le transfert flexible des connaissances (National Research Council, 2000 : « Knowledge that is taught in only a single context is less likely to support flexible transfer than knowledge that is taught in multiple contexts. With multiple contexts, students are more likely to abstract the relevant features of concepts and develop a more flexible representation of knowledge. » (p. 78).

De plus, dans l'intervention, le soutien des aspects métacognitifs et motivationnels, qui font souvent défaut chez les sujets ayant des difficultés d'apprentissage, est nécessaire pour stimuler l'application spontanée des stratégies (Moé & De Beni, 1999).

La médiation à l'école

L'intervention métacognitive peut être menée dans différents contextes scolaires, tandis que certains auteurs défendent l'idée d'une aide spécialisée qui doit prévoir un espace-temps propre à l'élève pour lui permettre de se centrer non sur le contenu mais sur les processus (p. ex. Cormier, 2006) ; d'autres auteurs prévoient une intervention intégrée en classe (p. ex. Palacio-Quintin, 1990 ; Montague, 2003). Selon cette dernière approche, l'éducation cognitive doit s'adapter aux exigences du curriculum et être une manière d'aborder les connaissances, les procédures et les relations en faisant des matières ordinaires (Palacio-Quintin, 1990 ; Pintrich, 2002). Toute intervention, en classe ou en dehors, doit s'adapter aux exigences de l'élève et doit se focaliser sur les aspects cognitifs et métacognitifs qui sont à la base des difficultés d'apprentissage et de la réussite scolaire (Boekaerts & Corno, 2005). Une analyse des processus, des stratégies et des connaissances que l'élève possède et utilise déjà pour la gestion de son activité d'apprentissage est nécessaire car elle

contribue énormément à l'explication des difficultés d'apprentissage (Mazzoni, 1999). En outre, d'après Palacio-Quintin (1990), l'intervention métacognitive en classe doit respecter des principes fondamentaux :

- utiliser des formes variées d'évaluation comprenant l'évaluation permanente (par l'observation), l'évaluation formative et l'auto-évaluation (questionnement sur les erreurs) afin de prendre connaissance des procédures et des processus mis en place et de leur évolution ;
- situer l'intervention dans la zone proximale de développement de l'enfant ;
- utiliser l'erreur comme situation favorable au questionnement et à l'analyse ;
- stimuler l'utilisation du langage et amener l'élève à décrire ses actions pour en prendre conscience, pour les intérioriser et savoir les communiquer ;
- proposer des situations d'apprentissage diversifiées, utiliser différents matériaux ou présentations de la tâche pour permettre aux élèves d'entraîner les mêmes stratégies et processus et faire l'expérience de leur adéquation et utilité ; utiliser des formes de représentation variées (langage oral, graphique, gestuel) pour augmenter la construction d'images mentales ;
- chercher à développer le plaisir fonctionnel intellectuel, la motivation intrinsèque (faire appel au jeu et aux fonctions sensori-motrices avec des enfants en difficultés d'apprentissage pour développer le plaisir d'apprendre).

Bien que la médiation puisse varier en fonction du contexte d'intervention, nous pouvons repérer trois phases principales de médiation : avant, pendant et après l'intervention.

Avant l'intervention il y a un temps d'analyse et de planification. Le médiateur doit travailler sur les données des activités en faisant une analyse du matériel qu'il prévoit d'utiliser. L'analyse des tâches doit être faite en termes de processus cognitifs et métacognitifs nécessaires à la résolution, ce qui permet de nous interroger préalablement sur les activités cognitives requises par la tâche. Cette analyse préalable apporte beaucoup d'avantages à l'intervention métacognitive car « elle permet d'identifier les processus inefficients chez l'élève qui expliquent ses difficultés […], elle permet de choisir un jeu selon les processus que l'on cherche à développer chez l'élève […], aide à mettre en place des aides et stratégies de médiation adaptées, ainsi qu'à modifier ou simplifier le matériel en fonction des besoins » (Hessels-Schlatter, 2010, p. 103). Cette analyse, permet non seulement d'effectuer des choix sur le matériel à utiliser en se basant sur les objectifs préfixés et de proposer du matériel adapté, mais permet aussi de mettre en relation les caractéristiques de la tâche avec la réalisation des élèves (processus mis en œuvre) et d'évaluer les processus déficitaires et, de plus, elle oriente le médiateur dans son interaction avec l'élève.

Pendant la résolution : temps d'action (essais et erreurs, confrontation entre pairs). Pendant la résolution d'une tâche, le médiateur doit inciter, proposer, montrer et expliquer la mise en place des stratégies cognitives et métacognitives, rappeler les ressources utiles (stratégies et métaconnaissances) et donner davantage de feedbacks positifs sur les compétences de l'élève. Le médiateur doit guider l'élève à la découverte des stratégies adaptées et à la mise en œuvre des processus nécessaires pendant les différentes étapes de résolution : anticiper et prévoir en aidant à la définition du problème et à la représentation mentale du problème (activation des connaissances, exploration, analyse), effectuer des opérations de base (perception, comparaison, sélection), suivre une démarche ordonnée (anticipation, planification, contrôle), mettre en place un raisonnement logique (induction, déduction, hypothèses). Tout cela doit être fait en cherchant à rendre l'élève actif et d'inciter l'autorégulation et la réflexion par le questionnement métacognitif : l'intervenant n'est pas là pour donner des réponses mais pour poser les questions qui permettront à l'élève de les trouver.

Après l'intervention : temps réflexif ou temps collectif. Après l'intervention, il serait idéal de prévoir un temps pour l'évaluation finale et la réflexion. Le but est d'évaluer le rapport entre les stratégies et le résultat atteint pour développer des métaconnaissances et extraire les principes des stratégies pour les rendre généralisables et transférables (décontextualiser). Outre un questionnement, le médiateur doit aussi s'occuper de l'évaluation permanente (Palacio-Quintin, 1990) que s'effectue par l'observation du comportement de l'élève et la considération de ses verbalisations pendant la résolution des tâches. Cette évaluation ne va pas se centrer sur les performances mais sur les processus et vise à comprendre les améliorations qualitatives dans le comportement stratégique de l'élève afin de pouvoir adapter l'intervention selon ses besoins.

2. Déficience auditive et difficultés d'apprentissage

2.1. Les déficiences auditives

Les déficiences auditives, communément dénommées sous le terme *surdité*, sont des déficiences sensorielles qui causent une altération de la perception sonore. Elles varient en fonction du type et du degré, et peuvent avoir de nombreuses conséquences sur la vie de l'individu (Lepot-Froment & Clerebaut, 1996). Une distinction terminologique se fait entre une personne qui a perdu une partie de sa capacité auditive, *porteuse d'une déficience auditive* ou *malentendante*, et une personne qui n'entend pas du tout, dite *sourde* (Guidetti & Tourrette, 2007). Dans ce chapitre nous allons traiter principalement des enfants atteints par une déficience auditive et nous aborderons les thèmes liés au langage, à la cognition et aux apprentissages scolaires.

Afin d'expliquer sommairement les origines de la déficience auditive, le développement langagier et cognitif, les influences environnementales et les conséquences qui se manifestent dans les apprentissages scolaires, nous allons utiliser comme modèle d'analyse la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2001). La CIF considère le handicap et la santé selon trois perspectives qui ont un impact sur le fonctionnement et la participation sociale de l'individu : corps (les déficiences), l'individu (l'incapacité) et la société (les désavantages, les obstacles et les facilitateurs de l'environnement). Guidetti et Tourrette (2007) donnent un cadre explicatif de la déficience, de l'incapacité et des désavantages des personnes malentendantes ou sourdes. La déficience auditive est causée par une altération de l'appareil auditif et, selon la partie de l'oreille qui est atteinte, nous en distinguons deux types: surdité de transmission (oreille externe ou moyenne) et surdité de perception (oreille interne). Fréquemment, la surdité de transmission est acquise par des affections contractées après la naissance et touche surtout les fréquences graves. La surdité de perception est par contre congénitale (cochlée mal formée ou atteinte), prénatale ou néonatale (anoxie néonatale, prématurité, etc.) et ce sont les fréquences aiguës qui sont touchées. Le degré de surdité est calculé sur la base des décibels (dB) et varie entre une déficience auditive légère (26-40 dB), moyenne (41-55 dB), sévère (au-delà de 56 dB), très sévère (71-91 dB) et une déficience profonde (au-delà de 91 dB). Lorsque la perte auditive est moyenne, sévère ou profonde, la perception de la parole et des éléments acoustiques est entravée.

2.2. Processus cognitifs et métacognitifs chez les personnes malentendantes

De nombreuses recherches affirment qu'ils existent beaucoup de similarités, mais aussi de différences dans le développement des enfants malentendants par rapport aux enfants tout-venant, indépendamment de l'appareillage (contours d'oreilles, implant cochléaire) ou de la langue choisie (langage oral, langue des signes, langage parlé complété). Les différences, plus ou moins importantes, sont observables au niveau du langage, des connaissances, mais aussi au niveau cognitif : mémoire, stratégies cognitives, raisonnement, résolution de problèmes (Marschark & Hauser, 2008). Les désavantages causés par l'altération de la fonction auditive dans les différents domaines touchent les apprentissages scolaires et conduisent souvent à des retards, et à un parcours scolaire difficile chez l'enfant malentendant (Guidetti & Tourrette, 2007 ; Lepot-Froment & Clerebaut, 1996).

A priori, lorsque la prise en charge précoce a été efficace, le développement d'un enfant malentendant est le même que celui d'un pair entendant, bien que des retards soient souvent observés (Guidetti & Tourrette, 2007). Selon la littérature (Burkholder & Pisoni, 2006 ; Marschark *et al.*, 2002 ; Marschark, & Wauters, 2010), il y a une étroite relation entre les expériences précoces, le développement du langage, les processus cognitifs et les apprentissages scolaires. L'environnement de l'enfant, les expériences précoces aussi bien que les différences de langage induites par la déficience auditive sont des facteurs influençant le développement cognitif. L'environnement des enfants malentendants diffère quelque part de celui de leurs pairs au niveau des expériences linguistiques, sociales et des apprentissages (Marschark & Hauser, 2008). L'absence ou la perte d'audition va amener à des expériences précoces d'interactions langagières qualitativement et quantitativement différentes influençant le développement psychologique, cognitif et la réussite scolaire (Marschark *et al.*, 2002).

Langage et communication

La déficience auditive va entraîner, selon son degré, une réduction totale ou partielle d'accomplissement des activités où l'audition joue un rôle. La communication est ainsi la principale catégorie des incapacités concernée chez les personnes atteintes d'une déficience auditive. Beaucoup d'enfants malentendants acquièrent le langage oral et écrit, cependant l'apprentissage de la langue est un processus plus lent chez eux et, souvent, ils n'atteignent pas le même niveau que leurs pairs entendants. On note un retard et une différence d'ordre dans l'acquisition des habiletés linguistiques aussi bien qu'une pauvreté du vocabulaire (Lepot-Froment, 1996).

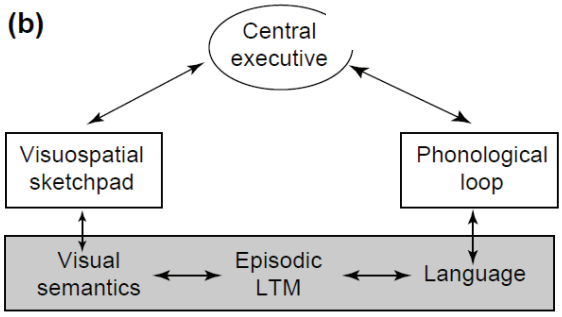
Le développement langagier d'un enfant atteint d'une déficience auditive varie en fonction du degré de l'atteinte mais aussi des facteurs environnementaux. La prise en charge précoce et la méthode éducative choisie vont influencer le développement de la communication, des capacités cognitives et donc aussi de l'insertion scolaire. L'appareillage et une prise en charge éducative (logopédie) sont nécessaires pour compenser les pertes auditives, pour rendre perceptibles l'environnement sonore et le langage, pour apprendre à l'enfant à utiliser ses restes auditifs et acquérir un contrôle audio-phonatoire afin qu'il puisse établir une communication avec l'entourage. L'accessibilité à la communication est favorisée par différentes méthodes complémentaires à l'appareillage et à l'éducation orthophonique : la langue des signes, le langage oral et la lecture labiale, le bilinguisme oral/gestuel et le Langage Parlé Complété (LPC). Bien que le débat entre les méthodes oraliste et gestuelle (langue des signes) reste ouvert, il n'existe pas une seule approche au langage qui soutient le développement de tous les enfants dans tous les domaines (Marschark, Lang & Albertini, 2002). Lorsque le choix aboutit sur le langage oral, souvent la lecture labiale ne suffit pas pour percevoir la parole et développer le langage. Si le message est donné uniquement oralement les risques de confusion sont accrus et la compréhension du sens reste incertaine. L'enfant nécessite une exposition aux phonèmes de la parole. Dans ce cas, le LPC est une technique très utile car, associée à l'expression orale, elle permet de compléter la lecture labiale afin de la rendre plus intelligible pour la personne sourde. Le LPC consiste à associer à chaque phonème prononcé un geste de complément effectué par la main autour du visage qui permet de percevoir la structure phonologique du langage parlé (Leybaert, Charlier, Hage, & Algeria, 1996). L'aide du LPC est donc importante parce qu'il permet de discriminer les mouvements des lèvres qui se confondent et de reconnaître les mots. Les données récoltées par des recherches (Algeria, Leybaert, Charlier & Hage 1992 ; Leybaert, Aparicio & Algeria, 2010) indiquent que l'exposition précoce et intensive au LPC permet aux enfants d'améliorer la compréhension du message, d'acquérir la morphophonologie, l'orthographe et des représentations de la parole intériorisées. Ces apports ont une influence positive sur les apprentissages : l'amélioration de la compréhension du message oral, la facilitation dans la lecture et l'écriture, le soutien à la mémorisation et la favorisation des représentations internes de la parole (Bonnet, Mangeret & Nowak, 2010 ; Leybaert, *et al.*,1996 ; Leybaert *et al.*, 2010).

Mémoire

En ce qui concerne la mémoire, plusieurs auteurs (Burkholder & Pisoni, 2006 ; Hall & Bavelier, 2010 ; Marschark & Wauters, 2010) ont montré qu'il existe une corrélation entre les capacités linguistiques et la mémoire de travail chez les enfants malentendants. Les recherches montrent que

les enfants malentendants qui utilisent le langage oral obtiennent des performances inférieures aux enfants entendants dans des tâches de mémoire phonologique et de mémoire visuo-spatiale. Selon le modèle de Baddeley (2000), présenté dans la figure 4, la mémoire de travail est subdivisée en plusieurs composants comprenant l'administrateur central qui coordonne les systèmes esclaves : le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique.

Figure 4. La mémoire de travail (tiré de Baddeley, 2000).



Le faible empan de la boucle phonologique chez les enfants malentendants a été expliqué par la privation auditive et le manque des expériences dans les représentations de la parole (Hall & Bavelier, 2010). Le faible empan de la boucle visuo-spatiale peut être expliqué par le fait que ces enfants, comme les autres, utilisent la stratégie mnésique de recodage phonologique pour stocker en mémoire des informations visuo-spatiales. Or, leurs capacités langagières sont justement déficitaires. En outre, il a été démontré que les enfants malentendants, comme les enfants entendants, s'appuient principalement sur la mémoire phonologique lors de l'exécution de tâches cognitives telles que l'apprentissage du vocabulaire et le calcul mental (Marschark & Wauters, 2010). Les performances des enfants malentendants sont inférieures dans ces cas. Par contre, leurs performances sont comparables lorsque la mémorisation ne nécessite pas de recodage phonologique (Burkholder & Pisoni, 2006 ; Marschark & Wauters, 2010).

Les capacités de la mémoire de travail étant corrélées à la réussite scolaire des élèves tout-venants en lecture et mathématiques (Gathercole & Alloway, 2008), une mémoire de travail limitée met les élèves malentendants dans une situation à risque pour leur parcours scolaire. Cependant, les enfants qui utilisent le langage oral et signé ne s'appuient pas seulement sur la boucle phonologique, mais s'appuient aussi sur le calepin visuo-spatial (Hall & Bavelier, 2010). Lors des tâches de mémorisation phonologique, les enfants malentendants qui bénéficient du codage LPC ou de la langue des signes, n'utilisent pas seulement les informations verbales mais aussi des indices visuo-spatiaux donnés par les mouvements des mains. Ces indices fournissent des indications complémentaires sur l'information verbale et influencent positivement l'encodage et le rappel des informations verbales (Burkholder & Pisoni, 2006 ; Marschark & Wauters, 2010). Selon une étude

récente, une stratégie de codage multiple (*multiple coding strategy*) de la même information augmente le maintien en mémoire (Hall & Bavelier, 2010 ; Marschark & Wauters, 2010).

Lorsqu'on est en train de faire une tâche de lecture, de résolution de problèmes ou de rappel, l'activation des connaissances stockées en mémoire à long terme influence notre performance. Chez les personnes malentendantes, il semble y avoir une tendance à ne pas appliquer leurs connaissances préalables lors des situations d'apprentissage, ce manque d'application spontanée des stratégies va affecter les performances scolaires (Marschark *et al.*, 2002). De plus, les études démontrent que les enfants malentendants se souviennent moins bien que leurs pairs des informations apprises, ceci peut être expliqué par le fait que l'organisation et la cohérence conceptuelle est meilleure chez les enfants entendants (Marschark & Wauters, 2010). En effet, afin d'accéder rapidement et de manière automatique aux informations de la mémoire sémantique, les connaissances doivent être bien organisées. La structure et le contenu de la mémoire sémantique diffèrent entre les individus et ceci est vrai surtout pour les enfants malentendants : vu les différences dans les expériences précoces et les lacunes de communication leur base de connaissance est plus pauvre et moins structurée (Marschark *et al.*, 2002).

Au-delà des difficultés de langage et de mémoire, les enfants malentendants présentent également des retards dans des épreuves de classification, de raisonnement et de la pensée abstraite, des difficultés de conceptualisation (Guidetti & Tourrette, 2007) et un retard dans l'acquisition des connaissances de base (Marschark & Hauser, 2008).

Métacognition

Même si des diversités dans les habiletés cognitives existent, c'est principalement dans la manière de résoudre les tâches scolaires que les enfants malentendants se distinguent le plus de leurs pairs (Marschark *et al.*, 2002). Nous parlons de l'utilisation de stratégies dans des tâches cognitives qui se déroulent dans le contexte scolaire : mémorisation, lecture, exercices et résolution de problèmes. Les enfants malentendants utilisent des stratégies comme leurs pairs, mais les utilisent moins et de manière moins efficace et autonome (Antia, Kreimeyer & Reed, 2010 ; Marschark & Wauters, 2010). Les élèves malentendants ont des difficultés à développer des stratégies, telles que l'exploration systématique, la description, la focalisation de l'attention et le contrôle des activités ; ils ont tendance à se comporter de manière impulsive, à se jeter dans la tâche sans réfléchir et planifier leurs actions (Mousley & Kelly, 1998). Les recherches démontrent qu'il y a souvent un déficit quantitatif et qualitatif dans l'utilisation des stratégies de contrôle de la compréhension et d'autorégulation chez les enfants malentendants (Trezek, Wang & Paul, 2010 ;

Strassman, 1997). En ce qui concerne les stratégies métacognitives, encore une fois, les compétences linguistiques jouent un rôle important, cela est un désavantage pour les enfants malentendants dans le développement d'autorégulation.

2.3. Conséquences des déficiences auditives sur les apprentissages scolaires

Les diversités expérientielles, stratégiques et des connaissances provoquent des désavantages dans les apprentissages scolaires des enfants malentendants (Marschark *et al.,* 2002 ; Marschark & Hauser, 2008). Les obstacles en matière de communication (compréhension et habilités linguistiques) ont un impact sur tous les apprentissages scolaires. Des difficultés d'apprentissage peuvent exister chez les personnes malentendantes en concomitance avec la déficience auditive. Les conséquences de la déficience auditive et des difficultés d'apprentissage chez les enfants malentendants sont multiples (Laughton, 1989): « Learning disabled, hearing impaired individuals have significant difficulty with the acquisition, integration, and use of language and/or non-linguistic abilities. […] The condition can vary in its manifestations and degree of severity and can affect education, communication, self-esteem, socialization, and/or daily living activities throughout life » (p. 74).

Le développement de la lecture chez les enfants malentendants ressemble qualitativement à celui des pairs, mais il est quantitativement plus lent. Afin de comprendre un texte, l'élève doit avoir acquis et organisé des connaissances de base, il doit aussi avoir automatisé le décodage pour utiliser ses connaissances dans la compréhension des phrases et de l'ensemble du texte. Les difficultés de lecture au niveau procédural et la base de connaissances pauvre qui caractérisent la plupart des enfants malentendants, ont un impact négatif dans la compréhension en lecture (Trezek, Wang & Paul, 2010). Une mauvaise compréhension et fluidité en lecture diminue les opportunités d'apprentissage par la lecture (Marschark & Hauser, 2008). L'impact des difficultés en lecture n'influence pas seulement les apprentissages, mais désavantage également les élèves malentendants lors des épreuves scolaires. En effet, les élèves malentendants sont souvent désavantagés dans la compréhension des tâches et des consignes qui impliquent des questions (LaSasso, 1999).

En ce qui concerne la compréhension de textes, des études démontrent que les enfants malentendants arrivent à mémoriser moins d'informations que leurs pairs, et ils ont également des difficultés à les mettre en relation (Marschark & Wauters, 2010). Le traitement simultané et la mise

en relation des informations semblent être moins efficaces chez les enfants malentendants ce qui est un obstacle à la compréhension de textes et va influencer les performances dans différents domaines scolaires, tels que les mathématiques, les sciences et l'histoire.

Il y a souvent un retard de développement des habiletés en mathématiques (dénombrement, calcul, résolution des problèmes) chez les enfants malentendants (Nunes & Moreno, 2002). En mathématiques, la plupart des élèves avec une déficience auditive performent au-dessous de la moyenne, ils ont plus de difficultés dans l'acquisition des concepts numériques et dans la résolution de problèmes par rapport aux pairs, ils font un emploi insuffisant des stratégies, ceci pendant toute la scolarité (Bull, 2008 ; Marschark & Hauser, 2008). La déficience auditive est un facteur de risque dans les apprentissages en mathématiques, mais n'est pas la cause directe des difficultés (Nunes & Moreno, 2002). En effet, les enfants malentendants semblent avoir les mêmes capacités que leurs pairs dans la manipulation des quantités numériques et le dénombrement en format non verbal, mais pas lorsque les opérations impliquent le langage (Bull, 2008). La cause des difficultés en mathématiques sont les habiletés linguistiques (Akamatsu, Mayer & Hardy-Braz, 2008 ; Pagliaro, 2010). Les compétences linguistiques sont fondamentales pour accéder aux apprentissages en mathématiques, pour la lecture et la compréhension, mais aussi parce que les habiletés mathématiques requièrent des habiletés symboliques du langage.

En conséquence, les habiletés linguistiques influencent également la résolution de problèmes (Mousley & Kelly, 1998). En effet, outre les processus cognitifs de base et l'acquisition des procédures en mathématiques, la résolution de problèmes nécessite des connaissances langagières aussi bien que des stratégies pour planifier et contrôler la résolution (Kelly, 2008). La résolution de problèmes requière la pensée logique, la catégorisation, la manipulation des informations, la formulation d'hypothèses et d'autres capacités qui font appel au langage symbolique (Akamatsu, Mayer & Hardy-Braz, 2008).

2.4. Enseignement et interventions auprès d'enfants malentendants

L'objectif prioritaire de toute prise en charge des enfants malentendants « doit être de permettre à l'enfant de communiquer, quel qu'en soit le moyen, et de développer l'accès aux symboles et à l'abstraction » (Guidetti & Tourrette, 2007, p. 73) et d'assurer une amélioration du fonctionnement

intellectuel tant sur le plan de la communication que cognitif afin d'aborder les apprentissages scolaires (Lepot-Froment & Clerebaut, 1996 ; Ministère de l'Éducation Nationale, 2009).

En ce qui concerne l'instruction scolaire, sur la base des caractéristiques cognitives et des habiletés linguistiques de l'enfant, il faut choisir une orientation vers un contexte spécialisé ou ordinaire, et prévoir des méthodes d'enseignement spécifiques pour favoriser les apprentissages auprès de cette population. Une revue des progrès scolaires des élèves malentendants montre que la population d'enfants malentendants intégrée dans des classes ordinaires, avec le support d'un interprète ou d'un appui, arrive à atteindre un niveau académique plus haut que les autres (Antia *et al.*, 2010). À l'heure actuelle, ils existent peu de recherches sur les facteurs qui contribuent à expliquer les enseignements qui sont les plus efficaces pour les élèves malentendants dans le contexte ordinaire et spécialisé, et des recherches sont nécessaires afin de définir les facteurs qui vont constituer un enseignement de qualité (Antia *et al.*, 2010; Knoors & Hermans, 2010). Selon Antia *et al.* (2010), le support en classe au niveau de la communication et de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture ne suffit pas à développer les capacités des élèves malentendants pour être des apprenants autonomes, c'est pourquoi, un enseignement des stratégies d'apprentissage est nécessaire. Une intervention qui permet aux enfants malentendants d'utiliser des stratégies leur permet d'aborder des tâches scolaires et les techniques pour résoudre des problèmes de manière autonome et efficace, mais permet aussi d'éviter le développement d'une dépendance vers les intervenantes en classe (Antia *et al.*, 2010).

Les interventions métacognitives

Peu de recherches ont été menées sur les interventions métacognitives auprès des élèves malentendants (Knoors & Hermans, 2010 ; Schirmer & Williams, 2010), mais les résultats sont encourageants et démontrent la pertinence d'une approche métacognitive pour cette population.

Certains auteurs suggèrent que les approches de médiation qui visent l'autonomie de l'apprenant et facilitent le développement des processus cognitifs sont particulièrement appropriées pour les enfants malentendants (Hauser, Lukomski & Hillman, 2008). En effet, ces derniers ont des difficultés à développer des stratégies métacognitives et cognitives, mais peuvent bénéficier d'une intervention métacognitive (Antia *et al.*, 2010 ; Mousley & Kelly, 1998 ; Strassman, 1997). Ainsi, focaliser l'attention sur les aspects cognitifs et métacognitifs de ces élèves est important afin de formuler une proposition éducative adéquate qui favorise les apprentissages et l'autonomie sur la base de leurs besoins spécifiques (Marschark *et al.*, 2002).

D'après Antia *et al*. (2010), les élèves malentendants doivent apprendre des stratégies d'apprentissage spécifiques, mais aussi comprendre comment les utiliser et quelle est leur

importance dans les apprentissages, et donc développer des compétences métacognitives. En outre, selon les auteurs, il est préférable d'enseigner les stratégies directement pendant le temps en classe, plutôt que prévoir un tutorat en dehors. Selon Strassman (1997), les méthodes d'enseignement prédominantes en lecture poussent les enfants malentendants à considérer la lecture seulement comme une tâche et non pas comme un outil d'apprentissage. En conséquence, il est fondamental que les enfants malentendants développent des stratégies cognitives et métacognitives qui puissent leur permettre d'améliorer la compréhension et devenir des lecteurs autonomes.

Un exemple illustratif de l'importance d'une approche métacognitive et de la nécessité prioritaire du développement des stratégies métacognitives est donné par le contrôle de la compréhension. Celui-ci est très important chez les enfants malentendants car ils ont plus de difficultés que leurs pairs dans la compréhension en lecture. Généralement, les élèves malentendants ont tendance à utiliser des stratégies telles que la relecture et l'utilisation des connaissances de base plutôt que de s'appuyer sur les indices du contexte ; ils ont plus de difficultés à juger la probabilité d'avoir acquis des connaissances pendant la lecture et de pouvoir les rappeler. Ce jugement est fondamental pour planifier la mise en place des stratégies qui facilitent la compréhension en lecture ; ils éprouvent également des difficultés à mettre en place de manière autonome des stratégies (Schirmer & Williams, 2010 ; Strassman, 1997).

La revue de littérature présentée par Strassman (1997) montre que les élèves malentendants peuvent profiter d'une intervention métacognitive sur la lecture, comme les autres enfants, et que celle-ci permet d'améliorer la compréhension des textes. Les quatre interventions métacognitives sur la lecture qui ont été prises en considération démontrent que les performances en lecture s'améliorent et qu'on peut observer également un maintien des stratégies après l'intervention. Les résultats de ces recherches ne sont pas généralisables vu les limitations au niveau de l'échantillon et du temps pour l'intervention, ce sont toutefois des résultats prometteurs.

Mousley & Kelly (1998) ont mené une recherche sur l'enseignement des stratégies pour la résolution de problèmes auprès de jeunes adultes malentendants qui démontre que l'enseignement des stratégies a une influence positive sur les performances dans la résolution de problèmes. Les stratégies étaient 1) de donner des explications à un pair avant d'écrire leur compréhension du problème et donner la solution, 2) de visualiser la procédure pour la résolution du problème avant de commencer, 3) d'observer le modelling de l'enseignant pendant la résolution pas à pas d'une tâche-exemple. Les résultats montrent que : le niveau de lecture des étudiants a une grande influence sur la capacité d'expliquer le problème ; les conditions de visualisation du problème avant la résolution et l'observation du modelling de l'enseignant permettent aux étudiants d'améliorer leurs performances de manière significative.

Kelly (2008) souligne que les enfants avec une déficience auditive ne développent pas suffisamment les habiletés pour la résolution de problèmes de mathématiques et par conséquence ils performent moins bien que leurs pairs entendants. Lors de l'enseignement de la résolution de problèmes aux enfants malentendants, les enseignants donnent plus d'attention aux stratégies de compréhension plutôt qu'aux stratégies analytiques. D'après l'auteur, l'apprentissage des stratégies de contrôle est très important pour améliorer la compréhension en lecture, néanmoins, il faudrait allouer plus de temps à l'enseignement des stratégies analytiques. Kelly (2008) propose également d'offrir aux élèves plus d'opportunités d'entraînement des stratégies pour qu'ils puissent avoir davantage confiance dans le fait qu'un comportement plus stratégique peut leur permettre d'atteindre de meilleurs résultats.

Selon Bonnet *et al.* (2010) la personne qui accompagne l'élève dans les apprentissages doit poser des questions qui aident l'élève à réfléchir sur sa démarche, sur les étapes, sur la justesse de ses opérations. Cette réflexion, induite par un questionnement de l'enseignant, consent à ce dernier d'analyser la démarche de l'élève et peut permettre à l'élève de prendre conscience de ses opérations et de se corriger. Parmi la liste de questions proposées par les auteurs on retrouve: Comment tu t'y es pris? Par quoi tu as commencé? Tu as lu quoi? Comment tu as lu? Comment tu sais que c'est juste?

3. Questions de recherche

3.1. Contexte de la recherche

L'étude de cas présentée dans ce mémoire concerne une intervention métacognitive auprès d'une élève malentendante et présentant un retard du développement. L'objectif principal de l'intervention est le développement des stratégies cognitives et métacognitives impliquées dans l'apprentissage, particulièrement dans la résolution de problèmes mathématiques, et leur transfert à l'école. Nous avons choisi de focaliser notre intervention sur l'apprentissage des stratégies impliquées dans la résolution de problèmes mathématiques pour plusieurs raisons : les interventions métacognitives semblent être plus efficaces pour les mathématiques (Dignath & Büttner, 2008), les enfants malentendants présentent aussi des difficultés en mathématique et utilisent généralement peu de stratégies (Marschark *et al.*, 2002), la résolution de problèmes sollicite davantage une application de stratégies (Best *et al.*, 2011), et la capacité à résoudre des problèmes est fondamentale dans beaucoup de situations.

L'intervention métacognitive a été réalisée sur une période de trois mois et elle a été menée dans un cabinet d'éducation cognitive par un psychologue et en classe par une auxiliaire de vie scolaire. L'intervention se focalise sur trois aspects fondamentaux pour l'acquisition et le maintien du comportement stratégique chez les élèves en difficultés d'apprentissage, à savoir l'acquisition et l'entraînement des stratégies, le développement de métaconnaissances et le renforcement de la motivation (Borkowski *et al.*, 1989 ; Hessels-Schlatter, 2010). Les stratégies cognitives visent à faciliter les processus de résolution et les stratégies métacognitives permettent à l'élève de s'autoréguler (Boekaerts & Corno, 2005 ; Büchel, 2010 ; Hessels-Schlatter, 2010). L'intervention cherche aussi à développer des métaconnaissances par des réflexions sur les difficultés rencontrées par l'élève et l'utilité de l'application des stratégies, vu l'importance d'intégrer ces variables dans les programmes d'entraînement (Dignath & Büttner, 2008 ; National Research Council, 2001). Bien que le noyau de l'intervention est l'entraînement des stratégies, nous avons porté une attention particulière aux aspects motivationnels en mettant en relation l'effort fourni par l'élève et la réussite pour stimuler l'application des stratégies et l'autorégulation (Bandura, 2007 ; Moé & De Beni, 1999 ; Montague, 2007). Ainsi, nous profitons des avantages offerts par l'intervention métacognitive en voulant, d'une part, améliorer les processus d'apprentissage et, d'autre part, faire progresser l'élève dans la réussite scolaire afin de lui permettre de devenir un apprenant plus compétent (Doly, 2006 ; Swanson, 1999).

L'intérêt de cette étude est double : 1) permettre de vérifier les effets d'une intervention qui prévoit le transfert des stratégies directement en classe ; 2) permettre de vérifier l'efficacité d'une intervention métacognitive auprès d'une élève malentendante, les recherches auprès de cette population étant très peu nombreuses.

3.2. Questions de recherche et hypothèses

La question à la base de ce travail de recherche est de savoir si une intervention métacognitive auprès d'une enfant malentendante permet une amélioration du comportement stratégique, un transfert des stratégies en classe et des progrès dans les performances scolaires. Cette étude est guidée par une question fondamentale :

> *Une intervention métacognitive qui prévoit le transfert des stratégies en contexte scolaire permet-elle d'améliorer le comportement stratégique et les performances scolaires chez une élève malentendante de l'école primaire et présentant un retard du développement psychomoteur?*

Le dispositif de recherche mis en place doit permettre de répondre à trois questions de recherche spécifiques concernant, d'une part, l'évaluation de l'application des stratégies dans les deux contextes et leurs conséquences sur les performances scolaires et, d'autre part, la comparaison d'application dans les deux contextes. En général, nous nous attendons à une plus grande application des stratégies en cabinet et à l'école, ainsi qu'à une amélioration des performances. Pour chaque question de recherche, plusieurs hypothèses ont été formulées.

1) **Quels sont les effets de l'intervention sur l'utilisation des stratégies d'apprentissage en cabinet?**
   - Hypothèse 1: l'élève réalise des progrès au niveau quantitatif et qualitatif dans l'application spontanée des stratégies cognitives et métacognitives. Ces progrès sont observés aussi bien entre les tâches de pré-test et post-test que durant les séances d'intervention
   - Hypothèse 2: l'élève développe des métaconnaissances sur l'utilisation de ces stratégies.

2) **Quels sont les effets du transfert des stratégies dans le contexte scolaire?**
   - Hypothèse 3: l'élève réalise des progrès au niveau quantitatif et qualitatif dans l'application spontanée des stratégies cognitives et métacognitives en classe.

3) **Existent-ils des différences dans l'utilisation des stratégies en fonction du contexte?**
   - Hypothèse 4: grâce à une intervention qui promeut le transfert les stratégies dans le contexte scolaire, l'élève utilise autant de stratégies en cabinet qu'à l'école, de manière correcte et indépendante.

4) **L'intervention métacognitive permet-elle d'améliorer les performances de l'élève dans des tâches de résolution des problèmes de mathématiques?**
   - Hypothèse 5: les performances dans des tâches scolaires, en classe et en cabinet, s'améliorent.

III. PARTIE EMPIRIQUE

4. Méthode

4.1. Participants

Nous allons présenter l'élève qui a participé à cette étude de cas en utilisant plusieurs sources d'informations. Les informations contenues dans le bilan du projet éducatif individualisé effectué par l'équipe des professionnels qui suit l'enfant nous donnent une vue d'ensemble des forces et des faiblesses de l'élève. Les observations sur les processus métacognitifs effectuées en cabinet et en classe avant l'élaboration des objectifs de l'intervention illustrent les difficultés au niveau de la métacognition.

Présentation de l'élève

Emma[1] est une élève âgée de neuf ans qui fréquente une classe de 3P HarmoS[2]. Depuis deux ans, elle est intégrée dans une école ordinaire avec l'appui à temps partiel de codeuses LPC et d'une aide-auxiliaire, après avoir fréquenté différentes écoles spécialisées. Emma présente, suite à une naissance difficile, une surdité bilatérale congénitale moyenne à sévère avec un trouble de la vision et un retard du développement psychomoteur. Elle présente une surdité encore difficile à évaluer précisément, elle n'entend pas ou peu les fréquences à partir de 750Hz, mais il semble qu'Emma perçoive les sons très aigus à partir de 4000Hz. Le déficit le plus important se situe dans les fréquences de la parole. Emma est appareillée et utilise la lecture labiale et le LPC pour s'aider dans la compréhension des sons et des mots.

Emma montre une grande envie et un plaisir de communiquer et d'apprendre.

Dans la plupart des matières scolaires, les performances d'Emma sont très faibles, en-dessous de la moyenne, sauf en lecture (décodage), poésie, copie et écriture. À la fin du premier semestre scolaire et avant le début de l'intervention, les moyennes scolaires sont les suivantes (sur 10 points max) : lecture courante 8.4 ; compréhension de texte 4.2 ; poésie 7.5 ; grammaire 2.5 ; conjugaison

[1]Prénom fictif.

[2] Le terme HarmoS désigne un concordat suisse sur l'harmonisation de la scolarité obligatoire entre les différents cantons suisses. Il définit de façon unitaire l'âge de début de la scolarité, la durée de l'école et des degrés scolaires. Dans notre cas, 3P correspond à la première année d'école élémentaire (après l'école enfantine), et les enfants ont normalement autour des 6 ans.

4.5 ; vocabulaire 3.0 ; orthographe/dictée 5.9 ; copie 6.9 ; écriture 7.3 ; numération 4.2 ; opérations 3.7 ; problèmes 2.5 ; géométrie 3.0.

Ce qui pose le plus de problèmes dans les principales branches scolaires sont les difficultés de langage en compréhension et production. Réussir à extraire du sens d'un énoncé écrit constitue un grand défi pour Emma, car elle a un faible stock lexical. C'est une des raisons expliquant pourquoi elle est capable d'effectuer certains exercices avec une aide, alors qu'elle n'en serait pas capable seule. La compréhension du langage oral et écrit est très dépendante de l'état d'agitation d'Emma, dès qu'elle peut se concentrer et mobiliser son attention, ses résultats s'en ressentent. Le LPC est une aide qui lui permet de bien augmenter la compréhension des sons et des mots.

En ce qui concerne l'arithmétique, Emma n'a pas encore intégré clairement ce que signifient les soustractions, malgré cela elle fournit beaucoup d'efforts pour arriver à suivre les exigences scolaires. Emma a une faible mémoire de travail, ce qui lui cause aussi des difficultés dans la mémorisation de la chaîne numérique et ne lui permet pas de se passer des doigts ou des aides matérielles pour calculer des additions ou soustractions.

Difficultés au niveau métacognitif

Au niveau de la planification, avant de commencer la tâche, Emma prépare ses affaires (ouvre le cahier à la bonne page, prend le matériel nécessaire) et attend les explications de l'enseignant. Cependant, elle commence souvent l'exécution sans avoir compris l'objectif de la tâche : elle manque d'exploration, ne lit pas la consigne, n'écoute pas toujours les consignes jusqu'au bout.

Nous avons observé un contrôle continu peu autonome, l'élève ne revient pas sur des opérations déjà terminées et ne se corrige pas spontanément. De manière sporadique, elle efface et réécrit des mots ou des chiffres incorrectement écrits. Pendant la lecture, elle utilise très peu le code LPC pour contrôler le décodage et sa compréhension.

Emma utilise déjà quelques stratégies cognitives de manière irrégulière. Elle parle à haute voix lors de l'exécution des calculs et parfois elle verbalise sur la justesse de l'opération. Ses verbalisations indiquent souvent la mise en place d'un raisonnement logique ou le contrôle de ses activités. Parfois elle utilise l'autorépétition d'un mot ou d'un chiffre pour le copier. Elle utilise des gestes de soutien assez souvent : elle compte sur ses doigts ; pour suivre la lecture ou copier un élément elle point avec son doigt. Emma manque d'une compréhension générale de la tâche et des stratégies efficaces pour lui permettre d'améliorer sa compréhension.

En ce qui concerne l'investissement dans la résolution de tâches scolaires, son comportement est très instable et varie en fonction des distractions extérieures, parfois elle s'engage dans la résolution et dans la compréhension de la tâche et parfois elle donne des réponses au hasard.

4.2. Plan de recherche

Sur la base des observations effectuées sur les processus cognitifs et métacognitifs chez l'élève, nous avons planifié notre intervention métacognitive. Celle-ci visait l'entraînement des différentes stratégies cognitives et métacognitives pour la résolution de problèmes en mathématiques et la réflexion métacognitive. L'intervention est réalisée en cabinet et suivie par un transfert à l'école, à raison d'une fois par semaine, et s'appuie sur les principes de l'éducation cognitive (Büchel, 2010 ; Hessels-Schlatter, 2010) et de l'intervention métacognitive en classe (Dignath & Büttner, 2008 ; Montague, 2003, 2006, 2008 ; Palacio-Quintin, 1990 ; Pintrich, 2002).

Le plan expérimental de la recherche (tableau 2) consiste en un pré-test, une phase d'entraînement, et un post-test. Pour évaluer l'efficacité de l'intervention nous avons prévu des tests et des observations dans les deux contextes et nous avons considéré les progrès dans les performances scolaires. S'agissant d'une étude de cas, nous nous intéressons à observer les changements intra-individuels qui ont eu lieu pendant et après l'intervention. Ainsi, la récolte des données se focalise sur les processus sous-jacents aux apprentissages (stratégies métacognitives et cognitives) et vise à noter tous les comportements qui nous permettent d'inférer la présence de processus (Bjorklund, 2005) et également les performances scolaires.

Tableau 2. Plan de recherche.

Pré-test		**Intervention**		**Post-test**	
Cabinet	*Classe*	*Cabinet*	*Classe*	*Cabinet*	*Classe*
2 problèmes de mathématique Grille d'observation Questionnaire	Épreuve scolaire (math) Grille d'observation	10 séances Grille d'observation	10 séances Grille d'observation	2 problèmes de mathématique Grille d'observation Questionnaire	Épreuve scolaire (math) Grille d'observation

Pour mesurer les effets de l'intervention au niveau des stratégies et des processus métacognitifs, nous avons utilisé différents instruments de mesure appliqués en pré- et post-test : des problèmes de mathématique à plusieurs étapes (tâches parallèles au pré- et post-test, effectuées au cabinet), des épreuves scolaires en mathématique (effectuées à l'école), des grilles d'observation et un questionnaire. Ces tests nous ont permis de vérifier les progrès par rapport aux performances en cabinet et en classe. Les grilles d'observation ont permis d'évaluer les progrès au niveau du comportement stratégique de l'élève aux tests. Elles ont également été utilisées pendant les séances pour voir le progrès durant l'intervention. Le questionnaire visait l'évaluation des métaconnaissances de l'élève.

4.3. L'intervention métacognitive

L'intervention a suivi les principes fondamentaux d'enseignement des stratégies présentés dans le chapitre 1.2.5, (Büchel, 2010 ; Doly, 2006 ; Graham & Harris, 2003 ; Moé & De Beni, 1999 ; Montague, 2008 ; Pressley & Woloshyn, 1995 ; Swanson, 1999) : nous avons enseigné un nombre restreint de stratégies et cela de manière intensive (deux fois par semaine). Nous avons entraîné l'application de stratégies dans deux contextes (cabinet-classe) avec des tâches et du matériel différents; nous avons donné une simple description de la stratégie et de son utilité ; nous avons utilisé le modelling pour donner des exemples de résolution de problèmes en mathématiques avec un comportement stratégique ; nous avons encouragé l'application de stratégies et l'autorégulation ; nous avons essayé d'amener l'élève à décrire ses actions pour en prendre conscience, et nous avons soutenu la motivation en mettant en évidence le lien positif entre comportement stratégique et performances.

Les stratégies d'apprentissage pour la résolution de problèmes

Le choix des stratégies cognitives et métacognitives à inclure dans l'intervention a été réalisé sur la base de plusieurs variables, tout en sachant qu'une intervention en classe doit s'adapter aux exigences du programme scolaire (Boekaerts & Corno, 2005 ; Palacio-Quintin, 1990). La première variable concerne les besoins de l'élève qui ont été définis en fonction des informations contenues dans le bilan, et des observations récoltées sur les processus cognitifs et métacognitifs chez l'élève, afin de planifier une intervention dans la ZPD de l'enfant (Vygotsky, 1978 ; Palacio-Quintin, 1990). La deuxième variable concerne l'analyse en termes de processus cognitifs des tâches de résolution

de problèmes prévues par le programme scolaire (Hessels-Schlatter, 2010 ; Prouchet, 1999). En troisième lieu, nous nous sommes inspirés des programmes qui prévoient un entraînement des stratégies cognitives et métacognitives pour la résolution de problèmes (Lucangeli & Cornoldi, 1999 ; Montague, 2003, 2007, 2008) et des stratégies proposées par Kelly (2008) pour améliorer la résolution de problèmes chez les élèves malentendants.

Nous avons défini un certain nombre de stratégies à entraîner pendant trois périodes de temps pour lesquelles nous avons dédié un nombre variable de séances en fonction des progrès de l'élève. Ces trois périodes ont suivi l'ordre logique des phases nécessaires à la résolution d'un problème en mathématiques (Lucangeli & Cornoldi, 1999) : 1) la compréhension et la représentation mentale de la tâche, 2) la planification (identification de l'objectif et suivi des étapes), 3) l'exécution et le contrôle des opérations pour la résolution. En effet, pendant la résolution de problèmes en mathématiques l'élève doit intégrer les informations nécessaires à la résolution, choisir et adapter les stratégies cognitives et recourir fréquemment à des opérations de contrôle qui assurent l'exécution correcte de chaque étape de la tâche (Lucangeli & Cornoldi,1999). Nous avons également considéré l'importance de développer des stratégies qui soutiennent la mémoire au vu des difficultés de l'élève au niveau de la MdT et de la corrélation existant entre la MdT et les performances en mathématiques (Gathercole & Alloway, 2008). Les stratégies de mémoire externe que nous avons définies sont : entourer les informations importantes et, barrer les éléments qui ont déjà été comptés.

Comme présenté dans le tableau 3, nous avons suivi dans l'ordre les trois phases pour l'entraînement des stratégies en commençant par l'entraînement des stratégies nécessaires à la compréhension de la tâche et à la planification, et nous sommes passés ensuite aux stratégies qui permettent un contrôle continu.

Tableau 3. Phases de résolution de problèmes et stratégies correspondantes.

Phase	**Stratégies cognitives et métacognitives**
1) Compréhension et représentation mentale du problème	- Analyser et décrire - Lire la consigne - Contrôler la compréhension du texte - Entourer/souligner les informations importantes (mémoire externe)
2) Planification	- Suivi systématique des étapes - Verbalisation (se guider)
3) Exécution et contrôle	- Barrer les éléments traités ou non-pertinents (mémoire externe) - Contrôle continu (contrôle des activités mises en place et contrôle des résultats) - Utiliser des gestes de soutien

Dans chaque période, nous avons continué à entraîner les stratégies apprises précédemment en ajoutant les stratégies prévues dans la phase en cours sans cependant exclure la possibilité d'entraîner des stratégies prévues pour les périodes suivantes. Ce choix découle du fait que les tâches proposées à l'école, ne pouvant pas être définies par le cadre de la recherche, contenaient toutes les phases de résolution. Le tableau 3 sur la procédure d'entraînement a été utilisé comme guide et a une valeur indicative sur les stratégies entraînées pendant chaque séance.

Ci-dessous, nous allons décrire les stratégies cognitives (A-C) et métacognitives (D-H) entraînées, l'objectif de la stratégie et les processus à entraîner chez l'élève.

A. **Analyser et décrire**

Comportements opérationnalisés **:** explorer pour prendre connaissance de l'ensemble de la tâche (texte, dessins, schémas, nombres, etc.) ; dénommer ou décrire des éléments (images, schémas).

Objectif de la stratégie : favoriser une exploration systématique et la considération de tous les éléments de la tâche, permettre un encodage en mémoire de travail, faciliter la compréhension de la tâche et sa représentation mentale.

B. Mémoire externe

Procédures à entraîner **:** barrer les informations déjà traitées (p. ex lors du dénombrement) ou les éléments non-pertinents, entourer les éléments nécessaires à la résolution (sélectionner des objets ou les informations numériques dans la consigne).

Objectif : focaliser l'attention sur les éléments pertinents (attention sélective), décharger la mémoire de travail, faciliter le contrôle des activités mises en place (contrôle continu).

C. Effectuer des gestes de soutien aux activités cognitives

Procédures à entraîner **:** utiliser un geste de la main sur la tête pour mémoriser un chiffre du calcul et indiquer l'autre chiffre sur les doigts (stratégie spécifique aux calculs).

Objectif : favoriser le contrôle continu, soutenir la mémorisation dans le calcul.

D. Planification

Procédures à entraîner **:** lire chaque consigne et écouter les instructions données par l'enseignant avant de commencer la tâche ; paraphraser sur le type de tâche et sur l'objectif à atteindre ou sur les activités à réaliser.

Objectif : identifier l'objectif, se faire une représentation mentale.

E. Suivi des étapes

Procédures à entraîner **:** suivre toutes les étapes de résolution de problèmes dans l'ordre (explorer, lire la consigne, réfléchir sur le calcul à exécuter, calculer, donner la réponse).

Objectif : acquérir un comportement planifié et systématique dans la résolution de tâches.

F. Verbalisation

Procédures à entraîner **:** expliquer à haute voix ce qu'on est en train de faire ou ce qu'on va faire pendant l'exécution de la tâche, se poser des questions sur ses propres actions.

Objectif : favoriser l'autorégulation (planification, contrôle continu).

G. Contrôle continu

Procédures à entraîner **:** interrompre une action et la recommencer pour contrôler la justesse de l'opération et se corriger (calcul mental, écriture des chiffres, dénombrement, etc.) ; verbaliser sur la justesse de ses opérations ; refaire une opération dont on a déjà trouvé le résultat et le corriger.

Objectif : contrôler les activités mises en place, contrôler les résultats.

H. Contrôle de la compréhension

Procédures à entraîner **:** utiliser le code LPC pendant la lecture (des consignes ou des chiffres), revenir à la consigne pour une relecture pendant l'exécution de la tâche afin de contrôler ses actions et leur pertinence par rapport à la consigne.

Objectif : faciliter le décodage, contrôler et améliorer la compréhension.

Métaconnaissances

Procédures à entraîner **:** réflexion sur les difficultés rencontrées, l'effet d'application des stratégies sur la réussite.

Objectif : comprendre l'utilité et les conditions d'application des stratégies (métaconnaissances sur les stratégies).

Procédure d'entraînement

L'entraînement devait permettre à l'élève d'apprendre à appliquer correctement et spontanément des stratégies, d'améliorer l'autorégulation pendant la résolution de tâches, de transférer les stratégies apprises, et de réfléchir sur sa propre manière d'agir afin de développer des métaconnaissances.

L'entraînement s'est déroulé sur une période de trois mois pendant laquelle nous avons prévu dix séances d'entraînement en cabinet et dix séances de transfert en classe, chaque semaine, pour un total de 20 séances. L'entraînement en cabinet avait une durée de 30 minutes une fois par semaine, tandis qu'à l'école il avait une durée variable d'environ 20-30 minutes une ou deux fois par

semaine, selon les exigences de la planification du temps scolaire. Toute stratégie entraînée lors des séances d'éducation cognitive a été transférée en classe.

Lors des séances d'éducation cognitive au cabinet, l'entraînement des stratégies a été fait par un psychologue en utilisant des tâches scolaires et non scolaires. En classe, la reprise (transfert) des stratégies a été faite à l'aide d'une médiatrice, formée à l'éducation cognitive. La médiatrice, qui travaille déjà avec l'élève en classe en tant qu'auxiliaire de vie scolaire, reprend les stratégies entraînées au cabinet pendant les cours de mathématiques en classe. Étant donné que le temps pour l'exécution des tâches en classe est assez limité, l'intervention de la médiatrice s'est focalisée sur : l'encouragement à se rappeler des stratégies apprises, à les mettre en place et à s'autoréguler ; le questionnement pour amener l'élève à réfléchir sur sa manière d'agir, sur les stratégies, et à mettre en lien son comportement stratégique avec la performance. Lorsqu'il y avait plus de temps à disposition, la médiatrice s'engageait à redonner des descriptions des stratégies, à jouer le rôle de modèle dans la résolution de problèmes et à proposer une tâche parallèle à l'élève.

Afin de soutenir l'élève dans l'application des stratégies et leur appropriation, nous avons introduit un aide-mémoire retraçant les différentes étapes de résolution (figure 5). Cet aide-mémoire, utilisé uniquement pendant les tâches de résolution de problèmes en mathématiques, devait permettre à l'élève de s'autoréguler dans l'exécution des tâches et de mieux se rappeler des stratégies, et a permis ainsi au médiateur de focaliser davantage son intervention sur le questionnement métacognitif plutôt que sur le rappel des stratégies. Une autre fonction de l'aide-mémoire était la diminution de la charge cognitive requise par la mise en place des stratégies (Gathercole & Alloway, 2008), l'élève n'ayant pas à rechercher les stratégies dans sa mémoire.

Figure 5: Aide-mémoire pour les étapes de résolution

Un deuxième aide-mémoire comportant la séquence des nombres de 1 à 100 a également été proposé, permettant à l'élève de se concentrer sur l'application des stratégies et des procédures mathématiques plutôt que sur le rappel de faits mathématiques.

Bien que l'intervention était individualisée et suivait les mêmes principes dans les deux contextes, l'entraînement a dû s'adapter aux caractéristiques contextuelles. En cabinet, il a été effectué dans un contexte social restreint, avec peu de distractions externes et des tâches prédéfinies à l'avance sur la base de la procédure d'entraînement. À l'école, le contexte social provoquait plus de distractions, le temps pour l'exécution des tâches était souvent trop court pour prévoir une discussion finale, les tâches étaient prévues par le programme scolaire. Pour chaque intervention à l'école, une analyse préalable des tâches (Hessels-Schlatter, 2010) a été effectuée afin de définir avec précision les processus requis par la tâche, les stratégies à entraîner et la médiation.

En général, l'entraînement a été conduit sur la base des principes de médiation (cf. chap. 1.2.5), que nous résumons dans le tableau 4. En outre, nous avons créé un guide de médiation (Annexe 1) contenant des exemples de questions à poser à l'élève pour favoriser le développement des stratégies (Bonnet *et al.*, 2010 ; Hessels-Schlatter, 2010).

Tableau 4. Synthèse des principes et fonctions de la médiation.

Les principes de médiation	**Les fonctions de la médiation**
L'amélioration du fonctionnement cognitif	Afin d'améliorer le fonctionnement cognitif et métacognitif, intervenir au niveau du développement des stratégies et de la motivation.
L'intentionnalité du médiateur	Produire explicitement la modification et l'acquisition des processus cognitifs et métacognitifs.
La communication du sens et du but poursuivi	Donner du sens à l'activité de l'élève, engager son intérêt, maintenir son attention.
L'interaction dans la ZPD	Proposer des tâches adaptées qui permettent à l'élève de dépasser son niveau de développement actuel.
L'orientation de l'enfant dans son interaction avec l'environnement	Sélectionner et organiser les stimuli, définir les priorités en s'adaptant aux caractéristiques de l'enfant, signaler les éléments pertinents de la tâche, contrôler sa frustration.
Le questionnement et la verbalisation	Créer des élèves actifs en les incitant à réfléchir sur leurs propres actions et en favorisant leur participation dans la découverte des stratégies par le questionnement. Utiliser la verbalisation comme outil privilégié de la prise de conscience.
L'autorégulation du comportement	Favoriser un comportement stratégique et autonome : l'élève doit pouvoir se distancier de la régulation externe de l'adulte et s'autoréguler
La transmission d'un sentiment d'efficacité	Accroître l'engagement dans l'activité par le développement d'un style attributif adéquat et du sentiment d'efficacité.

Le matériel utilisé consiste en des tâches variées en lien avec les mathématiques. En cabinet nous avons utilisé des tâches de résolution de problèmes ressemblant aux tâches scolaires ou des activités de suivi de consignes écrites avec des objets concrets. En classe, nous avons utilisé des tâches scolaires de résolution de problèmes, des tâches d'opérations mathématiques et de géométrie. L'alternance du matériel devrait faciliter le transfert flexible des stratégies acquises (National Research Council, 2001). Ci-dessous, nous donnons des exemples de tâches utilisées durant l'intervention (figures 6 et 7).

Figure 6: Les nombres

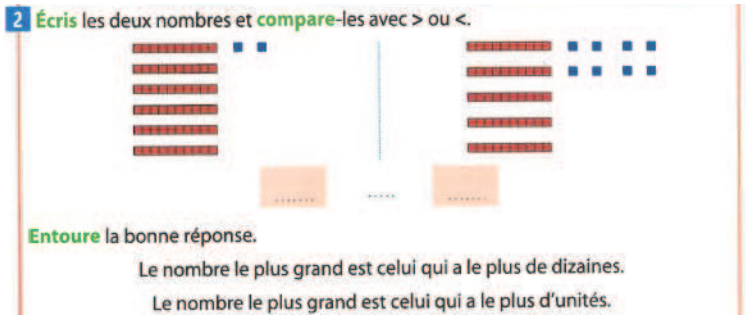
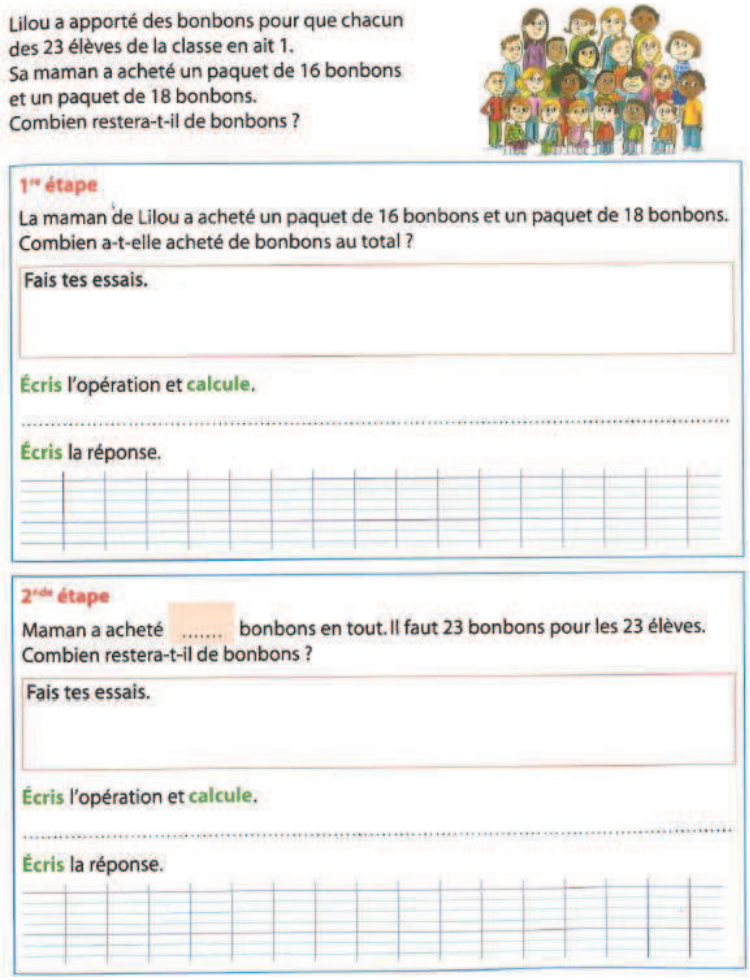


Figure 7: Tâche de résolution de problèmes de mathématiques



Le tableau 5 détaille la procédure d'entraînement selon les stratégies prévues pour chaque période, les tâches utilisées et le contexte.

Tableau 5. Plan de l'entraînement

Séance	Contexte	Phase entraînées	Tâches
1	Cabinet	Compréhension du problème	Exécuter une consigne avec des objets en suivant une consigne, calculer le total
2	École	Compréhension du problème	Opérations : regroupement d'objets par dix
3	Cabinet	Compréhension du problème	Exécuter une consigne avec des objets en suivant une consigne, calculer le total
4	École	Compréhension du problème	Problème sur la monnaie (avec argent en papier)
5	Cabinet	Compréhension du problème	Exécuter une consigne avec des objets en suivant une consigne, calculer le total
6	École (2 fois)	Compréhension du problème	-Opérations : regroupement d'objets par dix -Problème sur la monnaie (avec argent en papier)
7	Cabinet	Planification	Résoudre un problème en suivant les étapes
8	École	Planification	Résoudre un problème en suivant les étapes
9	Cabinet	Planification	Résoudre un problème en suivant les étapes
10	Cabinet	Planification	Résoudre un problème en suivant les étapes
11	École (2 fois)	Planification	-Opérations : regroupement d'objets par dix, addition avec retenue -Problèmes à deux étapes (addition et soustraction)
12	Cabinet	Exécution et contrôle	Recherche de nombres sur un tableau (trouver la dizaine et l'unité)
13	École	Exécution et contrôle	Géométrie : mesurer la longueur
14	Cabinet	Exécution et contrôle	Résoudre un problème en suivant les étapes
15	École	Exécution et contrôle	Nombres : dénombrement, calcul, comparaison
16	École	Exécution et contrôle	Nombres : dénombrement, écriture des nombres en lettre, comparaison des chiffres, additions
17	Cabinet	Toutes les phases	Résoudre un problème en suivant les étapes
18	École	Toutes les phases	Nombres : dénombrement, calcul, comparaison, écriture des nombres
19	Cabinet	Toutes les phases	Résoudre un problème en suivant les étapes
20	École (2 fois)	Toutes les phases	-Résoudre un problème en suivant les étapes -Nombres : dénombrement, addition

4.4. Instruments d'évaluation

Afin d'évaluer les progrès dans l'application des stratégies et de comprendre les processus ou les événements qui étaient en lien avec cette application (métaconnaissances, performances), nous avons choisi d'utiliser différentes méthodes d'évaluations que nous décrivons ci-dessous.

Grille d'observation

La grille d'observation (Annexe 2) a été construite sur la base des processus et des stratégies cognitives et métacognitives qui pouvaient être mis en place par l'élève pendant la résolution de tâches en mathématiques ou d'autres tâches. Son but était de permettre un codage des comportements et des verbalisations de l'élève. La grille d'observation a été utilisée lors de chaque tâche de test, ainsi qu'au cours de l'intervention, en cabinet et en classe.

Cette grille nous a permis d'évaluer les progrès quantitatifs et qualitatifs du comportement stratégique pendant les tests, l'entraînement en cabinet et le transfert en classe. La grille nous a permis d'évaluer l'application des stratégies sur la base de trois critères : la mise en place spontanée (l'élève utilise la stratégie sans l'encouragement du médiateur/ l'élève utilise la stratégie qui est indiquée sur l'aide-mémoire en ayant la fiche à côté de soi pendant l'exécution/l'élève utilise la stratégie à l'aide du médiateur), l'exactitude du comportement (la stratégie a été mise en place correctement par l'élève) et, si possible, l'efficacité de la stratégie (la mise en place de la stratégie a permis d'atteindre le bon résultat). En outre, nous avons pris en considération les verbalisations de l'élève qui indiquaient un développement des métaconnaissances ou une prise de conscience en cours de tâche. Dans l'opérationnalisation des stratégies (tableau 6), nous avons décrit les comportements qui permettaient d'inférer la présence d'une stratégie et les comportements qui indiquaient une mise en place correcte de la stratégie.

Questionnaire

Le questionnaire n'a été appliqué qu'en cabinet, lors des tests, et visait l'évaluation des métaconnaissances chez l'élève. Il s'agit de questions simples et ciblées, pour donner à l'élève, qui a des difficultés de langage, la possibilité de donner des réponses.

Questions

- *Qu'est-ce que tu devais faire dans cet exercice?*
- *As-tu déjà fait un exercice qui se ressemble?*
- *Qu'est-ce que tu n'as pas compris ?*
- *Est-ce que c'était difficile ?*
- *Comment tu as fait pour t'aider ?*
- *Comment peux-tu faire pour savoir si c'est correct ?*

Tableau 6. Opérationnalisation des stratégies.

	Stratégie	Description	Application correcte
Stratégies cognitives	Explorer	Prendre connaissance de l'ensemble des informations de la tâche : s'arrêter un moment pour regarder le matériel, balayer la page du regard avant de commencer.	L'élève explore la tâche et s'arrête pour regarder plus de 3 secondes la page en la balayant du regard de haut en bas, avant de commencer.
	Décrire, dénommer	Verbaliser sur des éléments de la tâche : décrire ou dénommer des images.	L'élève décrit des éléments pertinents de la tâche : images, schémas, etc.
	Barrer	Barrer les informations déjà traitées/utilisées (p. ex. dénombrement : barrer un élément après l'autre) ou non pertinentes.	L'élève barre seulement les informations qui ont déjà été traitées.
	Entourer	Entourer les informations numériques dans la consigne ou les éléments pertinents nécessaires à la résolution.	L'élève entoure uniquement les informations numériques ou les éléments pertinents nécessaires à la résolution.
	Geste sur la tête pour indiquer la mémorisation	Indiquer la mémorisation d'un nombre du calcul en se touchant la tête avec la main et montrer l'autre nombre du calcul sur les doigts.	L'élève mémorise un élément du calcul en se touchant la tête avec la main et montre avec ses doigts l'autre chiffre qui ne doit pas être supérieur à 10. Il commence à compter à partir du nombre mémorisé.
Planification	Lire la consigne/ écouter les instructions	Lire la consigne ou être attentif aux explications/consignes données par l'enseignant avant de commencer la tâche.	L'élève lit la consigne en entier avant de commencer l'exercice / écoute entièrement les instructions données par l'enseignant.
	Paraphraser	Expliquer la consigne avec ses mots : le type de tâche, l'objectif à atteindre, les opérations à faire ou l'histoire du problème à résoudre.	La verbalisation de l'élève est pertinente à la tâche, l'élève arrive à expliquer au moins une partie de la tâche.
	Suivre les étapes dans l'ordre	Suivre les étapes dans l'ordre correct pour la résolution de problèmes : explorer, lire la consigne, donner la réponse.	Les étapes de résolution sont suivies dans l'ordre, aucune étape n'est oubliée.
	Verbaliser pour se guider	Expliquer à haute voix ce qu'on est en train de faire ou ce qu'on va faire pendant l'exécution de la tâche (opérations/calcul/écriture).	L'explication ou la question de l'élève correspond à l'activité/opération qu'il est en train de faire ou qu'il va faire par la suite.
Contrôle continu	Interrompre une action et recommencer	Interrompre une action et la recommencer pour contrôler la justesse de l'opération et se corriger.	L'élève interrompt une action et la recommence du début (p.ex. réécriture des mots ou dénombrement des chiffres).
	Refaire une opération	Refaire une opération (calcul) dont on a déjà trouvé le résultat.	L'élève refait une opération et compare le nouveau résultat avec celui qu'il avait écrit. Lorsque le nouveau résultat est différent, l'élève change le résultat précédent ou refait encore le calcul.
	Utiliser le code LPC	Utiliser le code LPC pendant la lecture de la consigne, du titre ou des nombres.	L'élève utilise le code LPC pour décoder des mots/nombres qu'il trouve dans l'action qu'il est en train de faire.
	Revenir à la consigne	Pendant l'exécution de la tâche, retourner à la consigne pour une relecture pendant l'exécution de la tâche.	Pendant l'exécution de la tâche l'élève relit la consigne qui correspond à l'action/opération qu'il est en train de faire.

La stratégie « verbaliser pour se guider » est une stratégie qui aide à contrôler et à planifier, nous avons choisi de la catégoriser sous la planification car l'élève l'emploie souvent pour expliquer ce qu'elle va faire dans la tâche.

Problèmes de mathématique

Les problèmes de mathématiques nous ont servi à vérifier l'application des stratégies en cabinet. Ces séances ont été filmées.

Nous avons construit deux tâches-problèmes à deux étapes pour le pré-test, et deux tâches parallèles pour le post-test (Annexe 3). Ces tâches comprennent différentes opérations à effectuer (p.ex. dénombrement, sélection d'éléments, addition, soustraction) L'élève devait résoudre ces tâches de manière autonome.

Afin de pouvoir comparer l'application des stratégies et vérifier les progrès de l'élève, nous avons donné un point pour chaque stratégie utilisée en différenciant si la stratégie était mise en place correctement ou pas (cf. tableau 6). Certaines stratégies pouvaient être utilisées plusieurs fois selon les besoins de l'élève (verbalisation, contrôle des activités et des résultats, contrôle de la compréhension) tandis que pour d'autres stratégies, il y avait un maximum de fois sur la base des demandes de la tâche (tableau 7).

Tableau 7. Cotation des stratégies aux problèmes de mathématique.

Stratégie	**Score maximum**
Explorer	2
Décrire, dénommer	2
Barrer	1
Entourer	3
Geste sur la tête pour indiquer la mémorisation	4
Lire la consigne/ écouter les instructions	4
Paraphraser	4
Suivre les étapes dans l'ordre	2
Verbaliser pour se guider	Illimité
Interrompre une action et recommencer	Illimité
Refaire une opération	Illimité
Utiliser le code LPC	Illimité
Revenir à la consigne	Illimité

Épreuves scolaires

Nous avons pris en considération trois épreuves scolaires (Annexe 4) sur la résolution de problèmes en mathématiques, qui ont été faites en classe avant le début de l'intervention, au milieu et à la fin. Les épreuves scolaires n'étaient pas des tâches parallèles et requéraient la mise en place

d'opérations différentes selon leur type et leur difficulté. Celles-ci ont servi à évaluer le transfert des stratégies en classe.

Comme pour les problèmes de mathématiques, nous avons aussi défini pour chaque épreuve scolaire une limite maximale d'utilisation de certaines stratégies selon la demande de chaque épreuve.

Tableau 8. Cotation des stratégies aux épreuves scolaires.

Stratégie	**Score maximum**		
	Épreuve 1	*Épreuve 2*	*Épreuve 3*
Explorer	2	5	3
Décrire, dénommer	2	5	3
Barrer	2	Pas utilisable	Pas utilisable
Entourer	2	5	6
Geste sur la tête pour indiquer la mémorisation	2	3	2
Lire la consigne/ écouter les instructions	2	5	6
Paraphraser	2	5	6
Suivre les étapes dans l'ordre	2	3	2
Verbaliser pour se guider	Illimité	Illimité	Illimité
Interrompre une action et recommencer	Illimité	Illimité	Illimité
Refaire une opération	Illimité	Illimité	Illimité
Utiliser le code LPC	Illimité	Illimité	Illimité
Revenir à la consigne	Illimité	Illimité	Illimité

Traces

L'analyse des traces laissées dans les tâches de pré-test et post-test (problèmes de mathématique et épreuves scolaires) nous ont permis de vérifier l'application des stratégies de mémoire externe Afin de pouvoir comparer les performances nous avons défini un système de notation qui tenait compte de toutes les procédures nécessaires à la résolution et à leur mise en place correcte par l'élève. Un point était donné pour chaque opération mise en place correctement:

- Dénombrement
- Sélection d'éléments pertinents
- Écriture des chiffres (sans calcul)
- Écriture des chiffres du calcul
- Écriture du signe
- Écriture du résultat

5. Résultats

Le but de notre intervention métacognitive est que l'élève apprenne à utiliser les stratégies entraînées plus régulièrement et de manière plus autonome, et qu'elle apprenne à les transférer dans le contexte scolaire. Dans l'analyse des résultats nous nous intéressons aux progressions au niveau de la régularité d'application et d'utilisation spontanée des stratégies, aussi bien qu'à la prise de conscience des stratégies, ceci dans les deux contextes. D'abord, nous décrivons les progrès du comportement stratégique de l'élève pendant le période d'entraînement en cabinet et le transfert en classe. Par la suite, nous présentons les résultats concernant l'application spontanée des stratégies et les performances aux tâches de pré-test et post-test qui ont eu lieu en cabinet (tâches problèmes de mathématiques) et à l'école (épreuves scolaires).

Nous précisons que les observations effectuées en cabinet pour le pré- et post-test sont plus précises et plus fiables car les séances ont été filmées, tandis qu'en classe les observations ont été faites par la médiatrice au même moment que l'intervention et donc le codage de la totalité des comportements n'a pas été possible. Il faut aussi considérer que les tâches effectuées durant l'intervention (classe et cabinet) ainsi que celles des épreuves variaient et ne requéraient donc pas toujours la mise en place des mêmes stratégies. Pour ces raisons, les résultats concernant ces tâches constituent des tendances générales du comportement stratégique de l'élève plutôt que des valeurs absolues. Nous soulignons que cette étude a été effectuée dans le respect du code éthique concernant la recherche au sein de la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève.

5.1. Progrès au cours des séances en cabinet et à l'école

Cette première partie des résultats porte sur les dix séances d'entraînement et les dix séances de transfert à l'école. Il s'agit de la présentation des progrès quantitatifs et qualitatifs d'utilisation des stratégies cognitives et métacognitives, et des aspects qui en sont liés, à savoir les métaconnaissances et la motivation. À la présentation des résultats nous ajoutons des détails sur les éventuelles variations d'utilisation dans les deux contextes.

5.1.1. Stratégies cognitives

Analyse et description : au début de l'intervention, l'élève a tendance à se jeter dans la tâche sans avoir regardé tous les éléments de l'exercice, ou elle se limite à une exploration courte et superficielle et se tourne vers le médiateur en attendant des explications. Cette exploration n'est pas efficace car elle ne suffit pas au maintien des informations et à la compréhension de la tâche. Au fur et à mesure de l'intervention, l'exploration est devenue de plus en plus efficace. Grâce à la méthode utilisée en classe par la médiatrice de retourner la feuille et de demander à l'élève d'expliquer la tâche, Emma a pris conscience de l'importance d'explorer : lors d'une séance, elle dit à la médiatrice qu'elle a besoin de plus de temps pour regarder avant d'expliquer ce qu'elle a vu sur la feuille. À partir de ce moment, le comportement spontané de l'élève a évolué : elle prend plus de temps pour balayer la feuille du regard de haut en bas avant de commencer. L'exploration est devenue plus systématique aussi grâce à l'introduction de l'aide-mémoire des étapes de résolution.

La stratégie de décrire ou de dénommer des éléments a été enseignée explicitement par le médiateur, mais n'a pas été automatisée par l'élève, qui a décrit qu'une fois spontanément des éléments de la tâche. Sur demande du médiateur, l'élève arrive rarement à décrire correctement ce qu'elle voit, parfois elle ne décrit pas et d'autres fois elle le fait de manière incorrecte. Lorsqu'on utilise la méthode de retourner la feuille et de demander à l'élève de dire ce qu'elle avait vu, nous observons une petite amélioration dans le rappel des images ; ainsi, la description des parties de la tâche semble être corrélée avec une exploration plus approfondie. La capacité de décrire ou de dénommer des éléments varie fortement en fonction des tâches; nous avons formulé l'hypothèse que l'utilisation de cette stratégie est liée à l'étendue du vocabulaire de l'élève en relation au contenu de la tâche. Pour conclure, en cabinet comme à l'école, nous avons pu constater de grands progrès au niveau quantitatif pour l'utilisation correcte et spontanée de la stratégie d'exploration et quelques progrès dans la description.

Entourer les chiffres dans la consigne : cette stratégie a été enseignée explicitement par le médiateur. L'élève commence à appliquer cette stratégie sur demande du médiateur, ensuite, en suivant les étapes de l'aide-mémoire et, vers la fin de l'intervention, elle l'utilise spontanément. La plupart du temps la stratégie est utilisée de manière correcte : elle entoure tous les chiffres dans la consigne et pas d'autres éléments. Des progrès quantitatifs ont été observés dans les deux contextes.

Barrer les éléments déjà traités : l'élève connaît déjà la stratégie mais l'utilise peu fréquemment. Grâce à l'intervention, nous avons observé des progrès dans la régularité de l'utilisation spontanée de cette stratégie dans les deux contextes. La stratégie est toujours utilisée correctement et lui permet souvent d'obtenir le bon résultat dans le dénombrement et la sélection d'éléments pertinents.

Utiliser des gestes de soutien : la stratégie de faire un geste sur la tête pour mémoriser un chiffre de l'opération et mettre l'autre sur les doigts pour calculer le total a été apprise en cabinet afin de développer une stratégie spécifique aux calculs qui soutienne la MdT. Depuis son introduction, l'utilisation spontanée de la stratégie est devenue très régulière et efficace, en particulier pour les additions, que ce soit en cabinet ou à l'école. En ce qui concerne les soustractions, la stratégie est correctement mise en place mais ne conduit pas toujours au résultat correct, la chaîne numérique en ordre décroissant n'étant pas encore automatisée.

5.1.2. Stratégies métacognitives

Lire la consigne : en début d'intervention, la lecture de la consigne n'est pas un comportement mis en place systématiquement par l'élève avant de commencer les tâches. Grâce à la médiation, l'élève a pris conscience de l'utilité de la stratégie : lorsqu'elle n'arrive pas à expliquer la tâche après avoir eu le temps de lire et que la médiatrice en classe lui demande pour quelle raison, l'élève verbalise qu'elle ne sait pas car elle n'a pas bien lu la consigne. Avec l'entraînement de la stratégie, l'introduction de l'aide-mémoire des étapes de résolution et la prise de conscience de l'utilité de la stratégie, l'élève a fait des progrès en appliquant de plus en plus cette stratégie de manière systématique et spontanée dans les deux contextes. Néanmoins, la lecture de la consigne n'est pas toujours efficace : quelque fois l'élève n'arrive pas à mettre en lien ce qu'elle a lu avec les images/les objets de la tâche ou les actions à exécuter, et n'arrive pas à identifier l'objectif à atteindre. Le manque de compréhension de la consigne peut être expliqué par les difficultés de langage relatives au contenu de la tâche.

Paraphraser : la plupart du temps, la paraphrase est utilisée sur demande du médiateur dans les deux contextes. Par le questionnement, le médiateur cherche à faire verbaliser l'élève sur la tâche. Même sur demande, Emma n'est souvent pas capable de décrire correctement la tâche avec ses propres mots, ou n'en décrit qu'une partie,. Nous avons pu observer une petite amélioration dans la paraphrase en lien avec un comportement plus systématique dans l'exploration et la lecture de la consigne : vers la fin de l'intervention, elle utilise deux fois spontanément et de manière pertinente la paraphrase. Dans ces deux situations, elle identifie l'opération à faire ("il faut faire l'addition", "il faut écrire le signe du plus grand ou plus petit", "il faut écrire le calcul en colonne"), l'objectif ("Lilou a perdus les billes, il faut savoir combien") ou encore l'histoire du problème ("elle a fait à manger la confiture, il faut écrire le calcul en colonne"). Ces verbalisations sont pertinentes à la tâche, mais ne concernent qu'une partie de la tâche et pas sa totalité. Nous avons pu observer une faible amélioration dans l'utilisation spontanée de la stratégie à l'école et des améliorations

qualitatives sur demande du médiateur dans les deux contextes. Il faut considérer que la capacité à paraphraser correctement dépend de l'interaction entre le contenu des tâches et le niveau de langage de l'élève en compréhension et production.

Suivi des étapes de résolution : avec l'introduction de l'aide-mémoire des étapes de résolution, le comportement de l'élève est devenu plus systématique dans la résolution, elle n'oublie que rarement des étapes (regarder la tâche, lire la consigne, écrire le calcul, calculer, donner la réponse). Vers la fin de l'intervention, elle arrive à expliquer, sur demande de la médiatrice en classe, toutes les étapes à suivre pour résoudre un problème, sauf qu'elle ne mentionne pas "Donner la réponse". L'étape de donner une réponse complète manque souvent. Il semblerait qu'elle ne voit pas l'utilité de réécrire la réponse à l'endroit prévu à cet effet.

Verbaliser : bien que nous observions, après quelques séances, une augmentation quantitative de la verbalisation, les progrès sont ensuite devenus plutôt qualitatifs. Lors des premières séances, l'élève utilise la verbalisation uniquement pour dire ce qu'elle est en train de faire (p. ex. calculer à haute voix), ensuite, elle commence à dire ce qu'elle va faire à l'étape suivante ("il faut faire des paquets", "8 moins 5, il faut enlever") et enfin, elle commence à utiliser la verbalisation pour se poser des questions sur ce qu'il faut faire ("il faut faire quoi?", "il faut faire plus ou moins?", "le 12 est plus grand ou plus petit?"). Les questions que l'élève se pose sont toujours pertinentes par rapport à la tâche, et correspondent souvent aux questions qui étaient posées par la médiatrice pendant l'entraînement ; on peut donc dire qu'elle a intériorisé cette forme de contrôle. La verbalisation semble soutenir l'autorégulation car l'élève exerce plus de contrôle lorsqu'elle verbalise. De plus, la verbalisation chez l'élève est en lien à un investissement plus important.

Contrôle des activités : au début de l'intervention, l'élève exerce un contrôle peu systématique sur ses activités : elle réécrit parfois des chiffres ou recommence un dénombrement. Suite aux incitations du médiateur à contrôler ses actions, nous avons observé une augmentation du contrôle. Dans les dernières séances, elle contrôle toujours ses activités et verbalise de plus en plus sur la justesse de ses opérations. Au niveau qualitatif, le contrôle est toujours mis en place correctement et augmente en lien avec les verbalisations de l'élève. Il y a moins de contrôle en ce qui concerne les additions avec retenue et les soustractions, cela peut être expliqué par le fait qu'elle n'a pas encore automatisé les procédures de résolution de ces calculs. Nous n'avons pas observé de différences entre les deux contextes.

Contrôle des résultats : le contrôle des résultats est appliqué seulement sur demande du médiateur. Pendant l'intervention nous n'avons pas observé de progrès, tandis qu'aux posttests finaux, l'élève contrôle ses résultats ce qui indique une augmentation du contrôle des résultats.

Utiliser le code LPC : au début de l'intervention, la stratégie de coder (LPC) n'est pas utilisée spontanément par l'élève. Une fois que l'élève a fait l'expérience de l'efficacité de la stratégie dans le décodage des mots et en a pris conscience, elle l'utilise de plus en plus spontanément et régulièrement, mais pas systématiquement. Etant donné que la stratégie coûte de l'effort à l'élève, son utilisation spontanée semble être en lien avec un plus grand investissement d'Emma dans la résolution. Nous avons également observé un changement qualitatif : au début, l'élève code des phrases entières, ensuite, elle code de manière sélective (surtout des chiffres avant de les écrire et certains mots dans la consigne). Les progrès dans l'utilisation ne sont pas constants, mais sont observés dans les deux contextes.

Revenir à la consigne : au début de l'intervention, l'élève ne met rien en place pour retrouver les informations qu'elle a oubliées ou pour contrôler sa compréhension de la consigne. Cette stratégie a été explicitement enseignée par le médiateur. L'élève a commencé à utiliser la stratégie de revenir et relire la consigne sur demande du médiateur et, vers la fin de l'intervention, elle l'a mise en place spontanément, mais peu fréquemment. L'application de cette stratégie contribue à améliorer la compréhension de la tâche et le rappel des actions à effectuer pendant l'exécution.

5.1.3. Utilisation des aide-mémoires

Vers la moitié de l'intervention, nous avons introduit deux types d'aide-mémoire, un sur les étapes nécessaires à la résolution de problèmes en mathématique, et l'autre, présentant la séquence des nombres de 0 à 100. Depuis les premières séances d'introduction en cabinet et à l'école, l'élève a toujours utilisé correctement les aides-mémoire et dans des situations pertinentes. L'aide-mémoire des chiffres, après son introduction et utilisation lors d'une séance, a été utilisé indépendamment dans des tâches qui requéraient de la comparaison de chiffres ou la transformation de nombres en lettres et vice-versa. En ce qui concerne l'aide-mémoire des étapes, au début, l'élève interrompt l'exécution de la tâche pour regarder les étapes de résolution sur la fiche, et peu à peu, elle commence à regarder l'aide-mémoire seulement avant de commencer la tâche et, ensuite, elle exécute toute la tâche en suivant les étapes correctement sans regarder l'aide-mémoire. Grâce à cet aide-mémoire, l'élève est devenue plus autonome dans la résolution, sans avoir à solliciter l'aide de la médiatrice à chaque étape. Le suivi des étapes de manière systématique est amélioré depuis son introduction sauf pour la dernière étape "donner la réponse" que l'élève n'accomplit pas souvent. Des progrès au niveau de l'utilisation efficace et de l'intériorisation des étapes ont été observés dans les deux contextes. En ce qui concerne l'utilisation des aide-mémoires à l'école, l'élève les cherchait spontanément dans son bureau, tandis qu'en cabinet l'aide-mémoire était mis à disposition par le médiateur et l'élève s'y referait instinctivement.

5.1.4. Métaconnaissances

L'élève a pris conscience de l'utilité de plusieurs stratégies nécessaires à la compréhension de la tâche, notamment l'exploration, la lecture de la consigne, le contrôle de la compréhension en utilisant le code LPC. Nous avons observé davantage de prises de conscience en cours de tâche plutôt que des verbalisations sur des métaconnaissances.

5.1.5. Motivation et autonomie

Au fur et à mesure de l'intervention, l'élève est devenue plus engagée, persévérante et autonome dans la résolution : elle reste plus concentrée dans la tâche, se tourne moins souvent pour regarder ailleurs, verbalise sur ses actions et sur la tâche, et contrôle ses activités spontanément. Bien qu'elle ait gagné en autonomie (elle demande moins souvent de l'aide, se pose des questions à elle-même et moins souvent à la médiatrice), elle a encore souvent besoin d'encouragements pour continuer à résoudre les tâches seule. La méthode du modelling s'est avérée efficace pour promouvoir l'autonomie de l'élève : l'exécution d'une première tâche avec le soutien du la médiatrice jouant le rôle de modèle pour la résolution, suivi d'une tâche parallèle à exécuter seule.

En conclusion, l'intervention a permis à l'élève de progresser dans l'application de la plupart des stratégies. Dans le tableau 9, nous avons récapitulé les progrès du comportement stratégique pendant l'intervention en cabinet et le transfert en classe.

Tableau 9. Récapitulatif des progrès dans l'application des stratégies au cours de l'intervention.

		Utilisation en cabinet		**Transfert à l'école**	
Stratégie	**Description**	utilisation spontanée	utilisation correcte	utilisation spontanée	utilisation correcte
Analyse et description	Explorer le matériel	+	+	+	+
	Décrire ou dénommer	=	=	=	=
Mémoire externe	Entourer	+	=	+	=
	Barrer	+	=	+	=
	Aide-mémoire	+	=	+	=
Utiliser des gestes de soutien	Geste sur la tête	+	+	+	+
Planification	Lire la consigne	+	+	+	+
	Paraphraser	=	+	+	+
	Suivi des étapes de résolution	+	+	+	+
	Verbalisation : se guider	+	=	+	=
Contrôle des activités	Interrompre une action	+	=	+	=
Contrôle des résultats	Refaire une opération	=	=	=	=
Contrôle de la compréhension	Utiliser le LPC	+	=	+	=
	Revenir à la consigne	+	=	+	=

+: progrès; =: pas de changement

5.2. Résultats aux tâches de pré-test et post-test

L'analyse du comportement stratégique dans les tâches de pré-test et post-test (en cabinet et en classe) permet de vérifier les progrès dans l'utilisation spontanée des stratégies dans le contexte d'apprentissage et dans le contexte de transfert. Dans ce chapitre, nous présentons et discutons des éventuels progrès ainsi que de leur mise en relation avec les performances obtenues.

5.2.1. Problèmes de mathématiques en cabinet

Comportement stratégique

Dans le tableau 10, nous présentons les données quantitatives par rapport à l'application spontanée des stratégies lors des tâches de résolution de problèmes de mathématiques : il s'agit de deux tâches au pré-test et de deux tâches parallèles au post-test, chaque tâche comprenant deux étapes.

Tableau 10. Récapitulatif des stratégies appliquées au pré-test et au post-test.

NIVEAU	Catégorie	Stratégie	Pré-test		Post-test	
			Quantité	correcte	quantité	correcte
Stratégies cognitives	Analyse et description	Explorer (max. 2)	1	0	2	0
		Décrire, dénommer (max. 2)	0	0	0	0
	Mémoire externe	Barrer (max. 1)	0	0	0	0
		Entourer (max. 3)	0	0	2	2
	Gestes de soutien	Geste sur la tête (max. 4)	0	0	3	3
Planification	Identification de l'objectif	Lire la consigne (max. 4)	3	3	4	3
		Paraphraser (max. 4)	0	0	0	0
	Suivi des étapes	Suivre les étapes de résolution (max. 2)	0	0	1	1
	Verbalisation	Se guider	0	0	5	5
Contrôle	Contrôle des activités	Interrompre une action et recommencer	1	1	6	5
	Contrôle des résultats	Refaire une opération	0	0	2	2
	Contrôle de la compréhension	Utiliser le code LPC	0	0	2	2
		Revenir à la consigne	0	0	1	1
TOTAL DES STRATÉGIES UTILISÉES			**5**	**4**	**28**	**24**

En général, il y a eu des progrès dans l'application des stratégies surtout en ce qui concerne les stratégies cognitives (exploration, gestes de soutien) et le contrôle: l'élève a appliqué spontanément 5 fois une stratégie lors du pré-test, alors qu'elle en a appliqué 28 fois au post-test. Par ailleurs, la plupart du temps les stratégies ont été utilisées de manière correcte. En général, nous observons une grande amélioration dans l'application des stratégies cognitives, de la planification et du contrôle continu. l'application de stratégies est passée d'une fréquence de 5 au pré-test à 28 au post-test. Les stratégies sont appliquées la plupart du temps correctement. En outre, au pré-test, l'élève n'a utilisé que 3 stratégies différentes (explorer, lire la consigne, interrompre une action et recommencer). Au post-test, 10 stratégies différentes ont été utilisées: utiliser des stratégies de mémoire externe (entourer), se guider, utiliser des gestes de soutien, suivre les étapes, contrôler les résultats et la compréhension.

Au pré-test, l'élève explore seulement dans une tâche, et cela de manière superficielle, alors qu'elle le fait de manière plus approfondie pour les deux tâches au post-test mais seulement dans la deuxième étape de chaque tâche. La stratégie d'entourer n'est pas utilisée au pré-test mais elle l'est deux fois au post-test, la première fois l'élève entoure les chiffres dans la consigne et la deuxième fois elle entoure les éléments (sélectionne les images) pertinents et nécessaires à la résolution. La stratégie spécifique aux calculs (geste de soutien), qui n'était pas présente au pré-test, est utilisée correctement au post-test pour les additions et pour les soustractions. Au pré-test, l'élève lit que trois consignes sur quatre (ne lit pas la première consigne) avant de commencer la tâche, tandis qu'au post-test elle lit toutes les consignes, cependant, elle lit la première consigne seulement après avoir exécuté la première opération (dénombrement). C'est seulement dans la deuxième tâche au post-test, que l'élève exécute toutes les étapes de résolution dans l'ordre, alors qu'au pré-test elle saute quelques étapes dans plusieurs exercices. Au niveau du contrôle, nous observons de grands progrès. La stratégie «Se guider» n'est jamais utilisée au pré-test, alors qu'elle est utilisée cinq fois au post-test, et ceci de manière correcte car ses verbalisation sont pertinentes à la tâche (p.ex. "Il faut écrire le moins ou le plus?", "Qu'est-ce qu'il faut mettre?"). Au pré-test, l'élève n'utilise pas beaucoup le contrôle, sauf une fois lorsqu'elle interrompt et recommence le dénombrement, tandis qu'au post-test le contrôle des activités est beaucoup plus présent (elle recommence trois fois les calculs, récrit deux fois un chiffre, et réécrit un calcul). Le contrôle du résultat est uniquement présent au post-test : l'élève refait deux calculs lorsqu'elle a déjà trouvé le résultat (elle n'obtient pas les bons résultats car elle se trompe dans le comptage à l'envers), elle verbalise sur la justesse de ses actions et recommence si elle dit que ce n'est pas correct. De la même manière, le contrôle de

la compréhension est uniquement présent au post-test : elle utilise le code LPC pour écrire un chiffre et relit une consigne après une interruption (elle sort un moment de la salle).

Questionnaire

Aussi bien au pré-test qu'au post-test, l'élève a émis des jugements correspondants à la par rapport à sa réussite et à sa compréhension. On constate un progrès concernant la capacité à évaluer la difficulté d'une tâche: au pré-test, elle ne peut pas préciser ce qui était difficile dans la tâche, alors qu'au post-test elle mentionne la difficulté due à la soustraction. On observe également un progrès dans la capacité à verbaliser une stratégie ("j'ai compté") au post-test.

Questions	**Pré-test**	**Post-test**
Tu penses avoir réussi ?	Non	Oui
Il y a quelque chose que tu n'as pas compris ?	Pas compris	Tout compris
Comment tu as fait pour … ?	-	J'ai compté
Qu'est-ce qui était difficile ? pourquoi?	Difficile, je ne sais pas.	C'est difficile le moins
T'as déjà fait un exercice pareil ?	Les math à l'école	Oui, math à l'école

Performances aux tâches

Comme nous pouvons le voir dans le tableau 11, il y a eu des progrès dans toutes les procédures d'exécution (sauf pour le dénombrement où le score était déjà au maximum au pré-test), surtout en ce qui concerne l'écriture correcte des calculs. Les performances aux tests sont les suivantes : 4/20 points, correspondant à 20% de réussite au pré-test et 16/20, correspondant à 80% au post-test. Nous pouvons inférer que l'entraînement des stratégies a permis une amélioration des performances.

Tableau 11. Performances au pré-test et post-test.

PERFROMANCES AUX TESTS	**PRE-TEST**	**POST-TEST**
Dénombrement (max. 2 pt)	2	2
Écriture des chiffres (sans calcul) (max. 4 pt)	2	3
Écriture des chiffres du calcul (max. 4 pt)	0	4
Écriture du signe (max. 4 pt)	0	4
Écriture du résultat (max. 4 pt)	0	1
Sélection d'un élément (max. 2 pt)	0	2
TOTAL (points: max = 20)	***4***	***16***
TOTAL (%)	**20%**	**80%**

5.2.2. Épreuves scolaires : pré-test et post-test en classe

Comportement stratégiques

Le tableau 12 présente les données d'utilisation spontanée des stratégies aux épreuves scolaires. L'élève a eu trois évaluations scolaires, avant l'intervention, pendant et à la fin. Les progrès en classe sont significatifs, les résultats montrent des gains importants entre les trois épreuves: 3 stratégies sont appliquées à l'épreuve qui a eu lieu avant l'intervention (explorer, lire la consigne, interrompre l'action et commencer), contre 18 à celle durant l'intervention (explorer, entourer, geste sur la tête, lire la consigne, suivi des étapes, verbalisation, revenir à la consigne), et 27 à l'épreuve finale (explorer, entourer, geste sur la tête, lire la consigne, suivi des étapes, verbalisation, contrôle des activités, des résultats e de la compréhension). Par rapport à la première épreuve, dans la deuxième nous observons des progrès au niveau des stratégies cognitives et de la planification. Dans l'épreuve 3 nous observons des progrès dans les stratégies cognitives, dans la planification et aussi dans le contrôle continu. De plus, certaines stratégies sont mises en place de manière systématique (exploration, lecture de la consigne, suivi des étapes, contrôle). Finalement, alors que l'élève s'appuie encore sur l'aide-mémoire lors de l'épreuve 2, elle est capable de s'autoréguler et d'appliquer les stratégies sans ce support lors de l'épreuve 3.

Tableau 12. Récapitulatif des stratégies appliquées lors des épreuves effectuées au pré-test, en cours d'intervention, et au post-test.

Type		**Description**	**Épreuve 1 (Pré)**			**Épreuve 2**			**Épreuve 3 (Post)**		
			Max	Q.	C.	*Max*	Q.	C.	*Max*	Q.	C.
Stratégies cogn.	Analyse et description	Explorer	*1*	1	0	*5*	5	4	*6*	6	6
		Décrire, dénommer	*1*	0	0	*5*	0	0	*6*	0	0
	Mémoire externe	Barrer	*2*	0	0	-	0	0	-	0	0
		Entourer	*2*	0	0	*5*	4	4	*6*	2	2
	Gestes de soutien	Geste sur la tête	*2*	0	0	*3*	1	0	*2*	2	2
Planification	Identification de l'objectif	Lire la consigne	*2*	1	0	*5*	5	4	*6*	6	5
		Paraphraser	*2*	0	0	*5*	0	0	*6*	0	0
	Suivi des étapes	Suivre les étapes de résolution	*1*	0	0	*3*	1	1	*2*	2	0
	Verbalisation	Se guider	-	0	0	-	1	1	-	1	1
Contrôle	Contrôle des activités	Interrompre l'action et recommencer	-	1	1	-	0	0	-	2	2
	Contrôle des résultats	Refaire l'opération	-	0	0	-	0	0	-	1	1
	Contrôle de la compréhension	Utiliser le code LPC	-	0	0	-	0	0	-	1	1
		Revenir à la consigne	-	0	0	-	1	1	-	4	4
TOTAL DES STRATEGIES UTILISÉES				**3**	**1**		**18**	**15**		**27**	**24**

Max.= nombre maximal des stratégies utilisables dans la tâche / Q.= quantité des stratégies utilisées / C.= quantité des stratégies utilisées correctement.

Il faut considérer les progrès au niveau stratégique comme des tendances générales car les épreuves scolaires se différencient selon la quantité et le genre d'exercices proposés. De plus, les séances n'ayant pas été filmées, les données concernant les épreuves scolaires ne sont pas forcément fidèles.

À la première épreuve, l'exploration est faite de manière superficielle, tandis qu'aux épreuves 2 et 3, l'élève explore plus systématiquement les tâches de manière approfondie. De plus, à la troisième épreuve, l'élève explore une deuxième fois avant de donner la réponse (cette information n'a pas été considérée dans les points). Tandis qu'au pré-test la stratégie d'entourer les chiffres dans la consigne n'est pas présente, elle est utilisée dans l'épreuve 2 très fréquemment (4/5), avec l'aide-mémoire des étapes, et à l'épreuve 3, elle est utilisée, sans l'aide-mémoire, dans les problèmes qui nécessitaient l'exécution d'un calcul (2/6). Alors qu'à l'épreuve 1, l'élève n'utilise pas la stratégie du geste sur la tête, elle l'utilise une fois à l'épreuve 2, mais pas correctement (elle oublie de mettre le deuxième chiffre sur les doigts et commence à compter avec les doigts sans savoir quand s'arrêter), et à l'épreuve 3, elle utilise cette stratégie pour chaque calcul (2/2) et de manière correcte. La lecture de la consigne devient une stratégie mise en place systématiquement et correctement dans l'épreuve 2 (4/5) et l'épreuve 3 (5/6). Dans le suivi des étapes, nous observons une évolution entre la première épreuve et les suivantes : lors de la première épreuve, l'élève ne suit pas des étapes, à l'épreuve 2, l'élève suit toutes les étapes et écrit la réponse en ayant à disposition l'aide-mémoire des étapes ; à l'épreuve 3, sans aide-mémoire, l'élève suit toutes les étapes pour les deux exercices (2/2), mais oublie de noter la réponse finale à l'endroit prévu à cet effet. Aux épreuves 2 et 3 l'élève verbalise pendant l'exécution des calculs, tandis qu'à l'épreuve 1 ce comportement stratégique n'a pas été observé. En ce qui concerne le contrôle continu, dans les épreuves 1 et 2 l'élève n'a contrôlé qu'une fois sa démarche, tandis que nous observons des progrès importants lors de l'épreuve 3: l'élève contrôle deux fois ses activités (elle réécrit deux fois un calcul, sans pourtant réussir à l'écrire correctement) et une fois un résultat (elle refait une addition et arrive à obtenir le bon résultat) ; elle met en place des stratégies de contrôle de la compréhension (en utilisant le code et en relisant à plusieurs reprises les consignes).

Performances aux tâches

Des progrès importants sont observés au niveau des performances: la réussite passe de 0% lors de la première épreuve, à 39% lors de la deuxième, et à 50% lors de la 3ème épreuve. L'élève a le plus progressé au niveau de deux procédures: écriture des chiffres du calcul et du signe.

Tableau 13. Performances aux épreuves scolaires.

PERFORMANCES	Épreuve 1 (Pré)		Épreuve 2		Épreuve 3 (Post	
	Max.	Points	*Max.*	Points	*Max.*	Points
Écriture des chiffres du calcul	*2*	0	*5*	4	*2*	2
Écriture du signe	*2*	0	*5*	2	*6*	4
Écriture du résultat	*2*	0	*5*	1	*2*	0
Écriture de la réponse	*2*	0	*3*	0	*2*	0
TOTAL (points)	***8***	**0**	***18***	**7**	***12***	**6**
TOTAL (%)		**0%**		**39%**		**50%**

Variables motivationnelles et autonomie

Nous avons remarqué de manière générale que pendant les épreuves scolaires, le comportement d'Emma est moins stratégique par rapport aux autres moments en classe. Toutefois, dans l'épreuve 3 nous avons observé qu'elle est plus persévérante dans l'exécution de la tâche (elle ne s'adresse pas à l'enseignant, ne se distrait pas) tandis qu'aux épreuves 1 et 2, nous avons observé un manque d'investissement (elle commence la résolution uniquement après l'encouragement de l'enseignant, répond en vitesse et semble répondre au hasard).

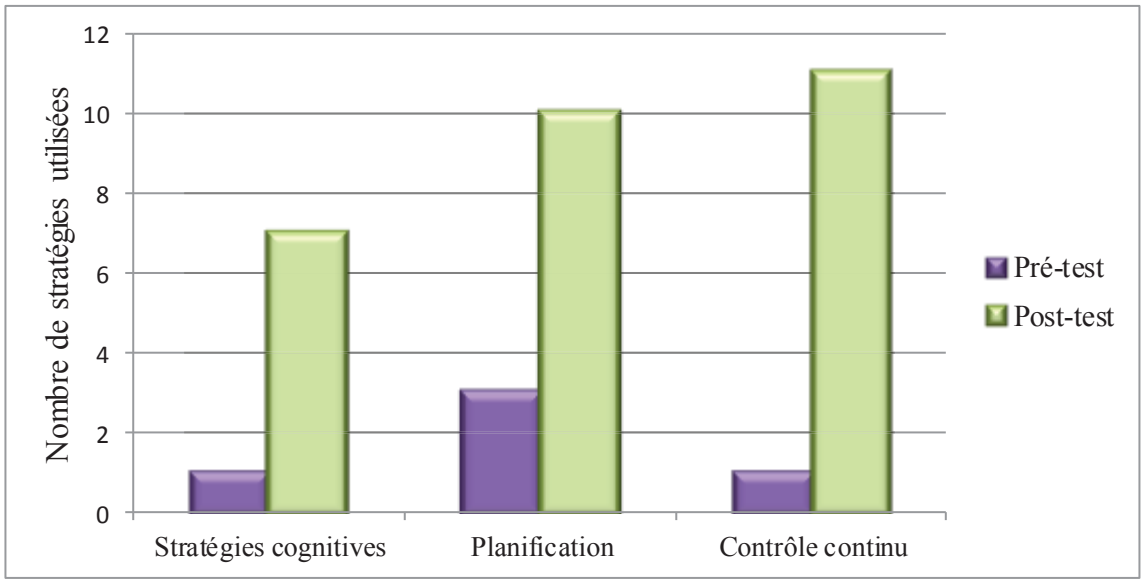
5.3. Discussion des résultats

Les résultats obtenus nous permettent de répondre à nos questions de recherche. Nous tenons à signaler que les résultats concernent une étude de cas et ne sont donc pas généralisables à l'ensemble de la population.

1) Quels sont les effets de l'intervention sur l'utilisation des stratégies d'apprentissage en cabinet?

Nos hypothèses par rapport à l'apprentissage des stratégies ont été confirmées : l'élève réalise des progrès au niveau quantitatif et qualitatif dans l'application des stratégies cognitives et métacognitives suite à l'intervention, comme nous pouvons le voir dans la figure 8. Les progrès constatés au post-test ont également été observés durant les séances d'intervention.

Figure 8: Progrès quantitatifs dans l'application des stratégies dans les problèmes mathématiques (pré- et post-test).

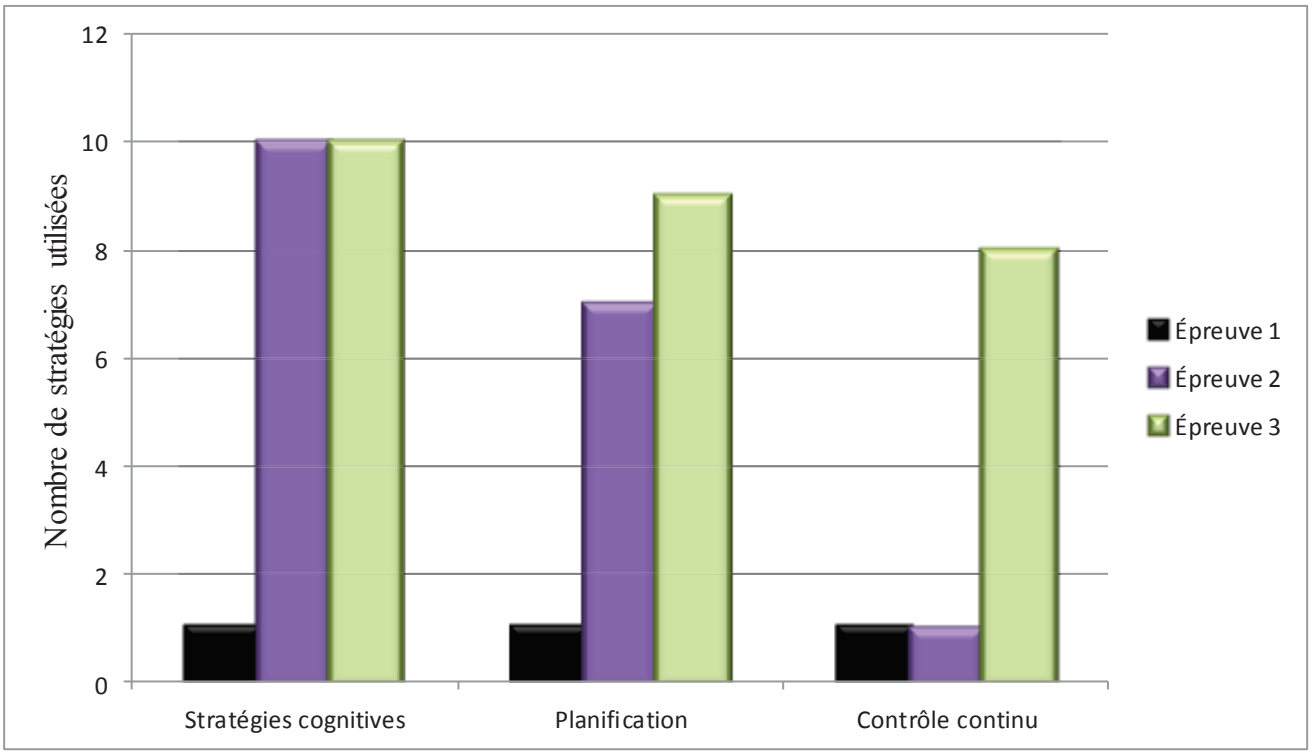


L'hypothèse par rapport au développement des métaconnaissances n'a pu être ni confirmée ni infirmée car l'élève n'a que peu verbalisé sur ses connaissances par rapport aux stratégies, à ses difficultés ou à la tâche. Nous avons cependant quelques indications de progrès en ce qui concerne la prise de conscience : au post-test l'élève prend conscience d'une stratégie et est capable d'identifier une difficulté, tandis qu'au pré-test elle ne verbalise sur aucune stratégie ou difficulté. En outre, nous avons observé des prises de conscience en cours de tâche pendant l'intervention : l'élève verbalise qu'elle a besoin de plus de temps pour bien regarder une tâche (exploration), elle verbalise qu'il faut lire la consigne pour comprendre ce qu'on doit faire dans une tâche (planification : lire la consigne), et explique que lorsqu'elle n'arrive pas bien à lire, elle peut utiliser le code LPC (contrôle de la compréhension : utiliser le LPC).

2) Quels sont les effets du transfert dans le contexte scolaire?

Par rapport au transfert des stratégies à l'école, les hypothèses d'une amélioration au niveau quantitatif et qualitatif dans l'application spontanée des stratégies cognitives et métacognitives sont confirmées.

Figure 9: Progrès quantitatifs dans l'application des stratégies aux épreuves scolaires (avant, pendant, et après l'intervention).



3) Existent-ils des différences dans l'utilisation des stratégies en fonction du contexte?

L'hypothèse selon laquelle grâce à une intervention promouvant le transfert des stratégies dans le contexte scolaire, l'élève utilise autant de stratégies en cabinet qu'à l'école, de manière correcte et indépendante, est confirmée. Les variations dans l'application des stratégies sont très faibles et peuvent être expliquées par les différences de processus requis par les tâches en cabinet et en classe. Nous pouvons conclure que préparer le transfert des stratégies en classe à l'aide d'un médiateur permet à l'élève, par la suite, d'appliquer et transférer efficacement les stratégies apprises de manière indépendante.

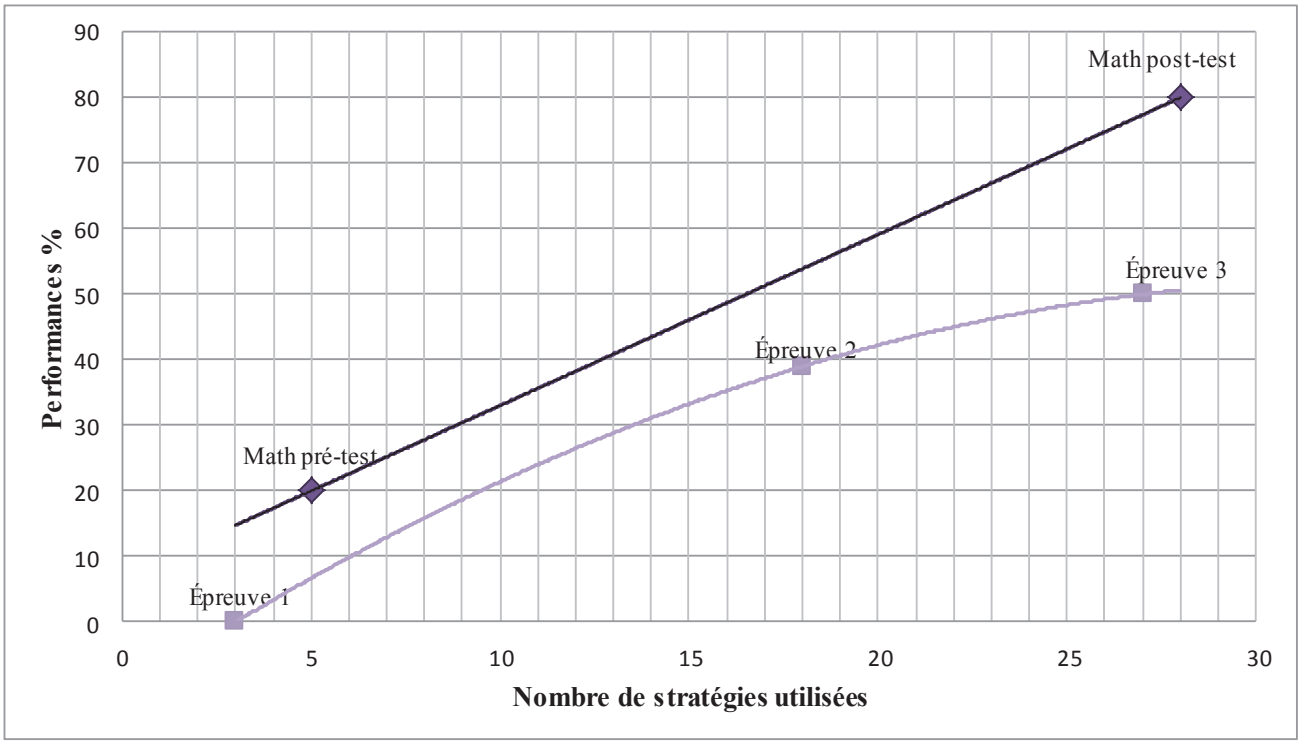
4) L'intervention métacognitive permet-elle d'améliorer les performances de l'élève dans des tâches de résolution de problèmes de mathématiques?

L'hypothèse sur l'amélioration des performances dans des tâches de résolution de problèmes de mathématiques suite à l'intervention est confirmée dans les deux contextes : cabinet et classe. Les performances aux tâches de résolution de problèmes en cabinet passent d'un taux de réussite de 20

% au pré-test à 80 % au post-test ; les performances aux épreuves scolaires augmentent d'un taux de réussite de 0% à l'épreuve 1, à 39 % à l'épreuve 2 et à 50% à l'épreuve 3.

Comme nous pouvons le voir dans la figure 10, une augmentation de l'utilisation des stratégies est en lien avec une augmentation des performances dans les deux contextes (cabinet, classe).

Figure 10: Résultats quantitatifs aux tâches de pré-test et post-test en lien avec les performances.



En accord avec les résultats sur l'effet de l'éducation cognitive (p.ex. Dignath & Büttner, 2008), cette étude de cas démontre que la plupart des stratégies entraînées offrent un soutien à la réussite scolaire et permettent de compenser certaines limitations cognitives (p.ex. mémoire externe) d'un élève malentendant avec un retard du développement. Toutefois, il faut considérer que l'amélioration des performances ne peut pas être expliquée entièrement par les aspects stratégiques car d'autres variables, telles que l'apprentissage scolaire et les nouvelles connaissances acquises en dehors de l'intervention, influencent aussi l'amélioration des performances.

À partir de nos analyses, les données nous montrent qu'ils existent des différences entre l'application des stratégies lors des tâches de pré-test et post-test en cabinet et à l'école. Les progrès en cabinet et en classe sont observables aussi bien au niveau des stratégies cognitives que de la planification et du contrôle. Certaines stratégies ont cependant plus progressé que d'autres. En ce

qui concerne les stratégies cognitives, les plus utilisées sont : l'exploration, la stratégie de mémoire externe d'entourer, et la stratégie spécifique aux calculs du geste sur la tête. Nous supposons que la régularité d'utilisation de ces stratégies pourrait être expliquée par leur efficacité, mais aussi par leur côté plus facile et concret que d'autres stratégies. Les stratégies d'entourer et de faire un geste sur la tête sont importantes vu la faiblesse de la MdT de l'élève et leur rôle dans le soutien de la MdT: ces stratégies offrent un grand soutien dans l'exécution des tâches en mathématique en permettant de décharger la MdT (Gathercole & Alloway, 2008). Dans le cas de la soustraction, la stratégie du geste sur la tête ne permettait pas toujours à l'élève de trouver le résultat correct, car elle n'avait pas encore automatisé la chaîne numérique en ordre décroissant (mémoire à long-terme) et donc la stratégie créait une surcharge dans la MdT. Dans ce cas, l'utilisation d'un aide-mémoire avec les chiffres aurait été une stratégie plus adéquate.

Les stratégies métacognitives les plus utilisées concernent le contrôle continu, la lecture de la consigne et le suivi des étapes de résolution. L'augmentation du contrôle et de la planification ont permis à l'élève d'obtenir davantage de bons résultats dans des tâches de résolution de problèmes, ce qui indique que les habiletés d'autorégulation ont influencé la réussite (Best *et al.*, 2012 ; Dignath & Büttner, 2008 ; Veenman *et al.*, 2006). En ce qui concerne le contrôle, les analyses du comportement stratégique de l'élève montrent que la verbalisation (se guider, se poser des questions) augmente l'autorégulation et la réussite de l'élève, ces résultats vont dans le sens des résultats de Schunk et Cox (1986) et Short (1991) qui montrent que la verbalisation permet, même aux élèves faibles, d'améliorer leurs performances.

Nos résultats indiquent que l'élève a pu améliorer sa compréhension du problème et le rappel d'informations grâce à des stratégies telles que l'exploration, la lecture de la consigne, le retour à la consigne et le codage multiple (lecture et code LPC). En effet, l'utilisation d'une stratégie de codage multiple, en plus de permettre un décodage correct des mots, favorise le maintien des informations (Hall & Bavelier, 2010 ; Marschark & Wauters, 2010). Néanmoins, il faut souligner que ces stratégies ne suffisent pas toujours à la compréhension des tâches et des explications complémentaires ou des exemples concrets sont souvent nécessaires. De plus, bien que l'élève exécutait les problèmes jusqu'au bout et trouvait un résultat, elle ne le notait pas dans la réponse. Ce type de demande (écrire la réponse à un endroit précis) aurait dû être explicitement entraîné.

Les évolutions observées dans les tâches de pré-test et post-test correspondent en grand partie aux évolutions pendant l'intervention en cabinet et en classe, bien que des différences existent. En ce qui concerne la stratégie de paraphraser, nous avons observé des améliorations dans les deux contextes pendant l'intervention, tandis qu'aux posttests cette stratégie n'a pas été mise en place. Il faut préciser que pendant l'intervention, cette stratégie était correctement utilisée mais sur demande

de la médiatrice, et pas spontanément. Ces stratégies ont été acquises, mais l'élève ne les utilise pas spontanément, c'est le cas de la description et de la paraphrase, il y a donc un déficit de production (Flavell, 1970). En même temps, ces stratégies sont liées au niveau langagier de l'élève : vu le niveau du langage expressif d'Emma, ces stratégies lui coûtent beaucoup d'effort, et cela pourrait être la raison pour laquelle elle les utilise seulement sur incitation du médiateur. Une autre explication possible est le fait qu'en principe les élèves n'ont pas le droit de parler pendant les épreuves ou les problèmes de mathématique et donc cette stratégie est très rarement utilisée en classe.

Le manque d'utilisation et/ou d'efficacité de certaines stratégies semblent être liés soit à un déficit de production (p.ex. décrire, paraphraser) soit à un déficit d'utilisation, c'est-à-dire à un manque de ressources cognitives (Bjorklund, 2005). Par exemple, lorsque l'élève n'a pas encore bien acquis les connaissances nécessaires à la résolution (p.ex. la soustraction), il utilise moins de stratégies (il contrôle moins) et de manière moins efficace (dans le cas de cette étude, la stratégie du geste de soutien sur la tête n'est pas efficace pour la soustraction car l'élève n'a pas encore mémorisé la chaîne numérique en ordre décroissant). Ou alors, lorsqu'une stratégie n'est pas encore automatisée (p.ex. la stratégie du geste sur la tête pour la soustraction), elle est coûteuse en ressources cognitives, donc l'attention de l'élève est accaparée par l'application de la stratégie et il n'a plus les ressources nécessaires pour effectuer les procédures de résolution elles-mêmes.

En ce qui concerne les métaconnaissances, nous avons pu constater des évolutions dans la prise de conscience lors de l'intervention (lecture de la consigne, exploration, utilisation du code) qui ont porté l'élève à utiliser plus régulièrement ces stratégies. En effet, la prise de conscience sur l'utilité des stratégies en interaction avec les caractéristiques du sujet et de la tâche, est nécessaire pour que les élèves utilisent des stratégies (Doly, 2006 ; Lucangeli & Cornoldi, 1999 ; Pintrich, 2002; Veenman *et al.*, 2006). Nous pouvons formuler l'hypothèse que l'élève a développé des connaissances sur les stratégies et sur leur utilisation car elle les a utilisées de manière correcte et pertinente, et que celles-ci pourraient, par la suite, permettre le développement de métaconnaissances (Doly, 2006). Nous avons obtenu peu d'indication lors des questionnaires aux tests, bien que l'élève ait verbalisé sur une stratégie et sur une difficulté. Nous supposons que le questionnaire proposé à la fin des tâches de test n'est pas un instrument qui permet de récolter beaucoup d'informations auprès des personnes qui présentent de grandes difficultés de langage en compréhension et expression, comme dans le cas de notre élève.

En ce qui concerne les aspects motivationnels, l'élève est devenue plus engagée et persévérante. La motivation est en effet influencée par la connaissance de stratégies efficaces (Boekaerts &

Corno, 2005). Nous formulons l'hypothèse qu'un comportement stratégique a entraîné un plus grand engagement de l'élève dans la résolution des tâches.

En ce qui concerne l'autonomie, même si des progrès ont eu lieu, l'élève s'oriente encore très souvent vers l'adulte en attendant des explications. L'orientation vers l'adulte a été observée dans deux situations en particulier : après la lecture des consignes, l'élève attend des explications du médiateur, avant et après l'exécution d'une opération elle demande son approbation. Ces observations, en lien avec les tâches utilisées, nous permettent de formuler des hypothèses qui pourraient expliquerce manque d'autonomie : un manque de confiance en soi, un manque de connaissances déclaratives ou procédurales qui permettent d'exécuter la tâche. Nous tenons à souligner que l'introduction des aide-mémoires et le modelling par le médiateur ont été deux méthodes efficaces dans le développement de l'autonomie chez notre élève.

IV. CONCLUSION

Les résultats présentés concernent une intervention métacognitive auprès d'un enfant malentendant qui présente un retard du développement, et nous permettent de conclure que : 1) l'intervention a été efficace en ce qui concerne l'apprentissage et le transfert des stratégies cognitives et métacognitives pour la résolution de problèmes de mathématiques ; 2) l'utilisation des stratégies cognitives et métacognitives est en lien avec une meilleure réussite dans des tâches scolaires dans les deux contextes (en cabinet et en classe). Ces résultats vont dans le sens de ceux trouvés par la méta-analyse de Dignath et Büttner (2008) qui montrait que les interventions métacognitives permettent d'améliorer les compétences directement entraînées (stratégies, motivation) et également les performances dans des matières scolaires, surtout pour les mathématiques. En outre, notre intervention nous permet de conclure que : l'élève utilise davantage certaines stratégies, et le manque d'application et / ou d'efficacité de certaines stratégies est en lien avec les difficultés de langage (p.ex. paraphraser), mais également avec un déficit de production (p.ex. décrire) ou encore d'un manque de ressources cognitives (p.ex. geste sur la tête) ; certaines stratégies ont favorisé la compréhension et le rappel d'informations (exploration, lecture de la consigne, contrôle de la compréhension) ; le langage est un facteur important dans l'utilisation des stratégies ; à la fin de l'intervention l'élève est plus engagée dans les tâches, mais reste dépendante des adultes.

Nous tenons à souligner que les difficultés de langage ont un impact sur le comportement stratégique, sur le traitement des informations, sur la réussite et sur la métacognition (Akamatsu *et al.*, 2008 ; Marchark *et al.*, 2002 ; Marschark & Wauters, 2010). La compréhension du problème est fondamentale pour la réussite et le choix des processus que l'élève va utiliser (Montague, 2003, 2007). D'où l'importance de mettre en place des stratégies pour contrôler la compréhension, faute de quoi la réussite dans des tâches de résolution de problèmes est compromise (Strassman, 1997). Nous estimons que les difficultés de compréhension de la tâche et des consignes aussi bien que le faible niveau du langage expressif de l'élève peuvent avoir également influencé une application moins importante de certaines stratégies, c'est le cas des stratégies impliquant une verbalisation (décrire, paraphraser) qui sont utilisées peu spontanément par l'élève car elles coûtent trop d'effort cognitif. En ce qui concerne le lien entre langage et utilisation de stratégies, les verbalisations de l'élève correspondaient souvent à celles de la médiatrice, ce qui indique que l'élève, même avec ses difficultés de langage, a pu intérioriser le langage externe afin de s'autoréguler (Vygotsky, 1978).

Étant donné que les jeunes sujets malentendants présentant des difficultés de langage font des verbalisations souvent limitées en quantité et qualité, l'évaluation des métaconnaissances peut

s'avérer assez complexe. La difficulté à évaluer les métaconnaissances par les verbalisations chez les jeunes élèves, ou les élèves présentant des difficultés langagières, réside dans le fait qu'ils ne possèdent souvent pas le vocabulaire nécessaire pour décrire leur pensée, ou qu'ils ont alors besoin de beaucoup de pratique pour gérer la double tâche d'exécuter un exercice et de verbaliser (Boekaerts & Corno, 2005). En effet, dans cette recherche nous avons rencontré des difficultés méthodologiques dans l'évaluation des comportements qui ne sont observables qu'au travers des verbalisations de l'élève (p.ex. comparaison, métaconnaissances), car les limitations de la communication chez l'élève n'ont pas permis d'évaluer précisément ces comportements. En sachant que le langage joue un rôle dans la métacognition (Hauser *et al.*, 2008) et que la métacognition guide l'application des stratégies (Hessels-Schlatter, 2010), nous croyons que les enfants malentendants peuvent se trouver en situation de désavantage pour développer un bon comportement stratégique. Comme le dit Büchel (1995) les déficits langagiers peuvent être une des limites de l'éducation cognitive car le langage est l'outil privilégié de la prise de conscience.

Par rapport à l'intervention métacognitive, la possibilité d'entraîner les stratégies dans les deux contextes a été avantageuse : les résultats montrent que l'élève a appliqué les stratégies en cabinet et en classe généralement de la même manière au niveau quantitatif et qualitatif.

L'avantage de pouvoir entraîner en classe les stratégies apprises dans un autre contexte est de favoriser le transfert par la recontextualisation des stratégies dans le contexte où l'élève doit les utiliser pour améliorer sa réussite scolaire. Au-delà des avantages offerts par le travail de médiation en classe, il y a aussi des limites. L'intervention métacognitive en classe, lors d'un travail individuel avec un seul élève, est assez complexe pour deux raisons principales. Tout d'abord, en classe il y a un enseignant qui gère et planifie les apprentissages, ainsi, le médiateur doit s'adapter au programme et fournir une médiation complémentaire à celle fournie par l'enseignant. En deuxième lieu, le temps à disposition pour la résolution de tâches ne peut pas être entièrement déterminé par les besoins d'un seul élève ou par les exigences de l'intervention métacognitive qui se veut être «intégrée» dans la classe. Dans notre cas, il y a eu donc souvent un manque de temps pour la réflexion de l'élève en cours de tâche et à la fin, ce temps est pourtant nécessaire au développement des métaconnaissances.

V. REFERENCES

Akamatsu, C. T., Mayer, C., & Hardy-Braz, S. (2008). Why considerations of verbal aptitude are important in educating deaf and hard-of-hearing students. In M. Marschark & P. C. Hauser (Ed.), *Deaf cognition: foundations and outcomes* (pp. 131-169). New York: Oxford University Press.

Algeria, J., Leybaert, J., Charlier, B., & Hage, C. (1992). On the origin of phonological representations in the deaf: Hearing lips and hands. In Algeria, J., Holender, D., Junca de Morais, J., & Radeau, M. *Analytic approaches to human cognition* (pp. 107-132). Amsterdam: Elsevier Science Publication.

Antia, S. A., Kreimeyer, K. H., & Reed S. (2010). Supporting students in general education classrooms. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 72-92), Vol. 2. New York: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423.

Bandura, A. (2007). *Auto-efficacité: le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles: De Boeck.

Barnett, S.M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, *128*, 612-637.

Berger, J. L., Kipfer, N. O., & Büchel, F. P. 2008. Effects of metacognitive intervention in low-performing vocational students. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 7,* 337-367.

Best, J. R. Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21, 327–336

Bjorklund, D. F. (2005). *Children's thinking. Cognitive development and individual differences* (4th ed.). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.

Boekaerts, M. & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: a perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology: an International Review, 54,* 199-231.

Bonnet, M., Mangeret, T., & Nowak, M. (2010). *Mathématiques et surdité: l'accueil des enfants sourds et malentendants en classe ordinaire ou spécialisée*. Lyon: CRDP de l'Académie de Lyon.

Borkowski, J. G., Estrada, M. T., Milstead, M., & Hale, C. A. (1989). General problem solving skills: relations between metacognition and strategic processing. *Learning disability quarterly, 12*, 57-70.

Bosson, M. (2008). *Acquisition et transfert de stratégies au sein d'une intervention métacognitive pour des élèves présentant des difficultés d'apprentissage.* Thèse de doctorat [non publiée] soutenue à l'Université de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education.

Brown, A.L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Bruner, J. S. (1985). On teaching thinking: an afterthought. In J. W. Segal, S.F. Chipman, & R. Glaser (Eds.). *Thinking and learning skills* (Vol. 2; pp. 597-608). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Büchel, F. P. (1995). De la métacognition à l'éducation cognitive. In F. P. Büchel (Ed.), *L'éducation cognitive. Le développement de la capacité d'apprentissage et son évaluation* (pp. 9-44). Neuchâtel, Suisse: Delachaux et Niestlé.

Büchel, F. P. (2010). Programmes d'intervention cognitive en éducation spéciale. In M.G.P. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Ed.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (pp. 79-98). Berne: Peter Lang.

Büchel, F. P., & Büchel, P. (1995). *Découvrez vos capacités, rEalisez vos possibilités, pLanifiez votre démarche, soyez créatiFs. DELF: Un programme d'apprentissage pour adolescents et adultes*. Russin, Suisse: Centre d'Education Cognitive.

Bull, R. (2008). Deafness, numerical cognition and mathematics. In M. Marschark & P. C. Hauser (Ed.), *Deaf cognition: foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press.

Burkholder, R. A., & Pisoni, D. B. (2006). Working memory capacity, verbal rehearsal speed, and scanning in deaf children with cochlear implants. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *Advances in the spoken language development of deaf and hard-of-hearing children*. New York: Oxford University Press.

Cormier, P. (2006). Quel fondement pour l'aide spécialisée «psychopédagogique» aux élèves en difficulté? In G. Toupiol, *Apprendre et comprendre : place et rôle de la métacognition dans l'aide spécialisé* (pp. 169-184). Paris: Retz.

De Beni, R., & Pazzaglia, F. (1999). Lecture: les connaissances relatives à la tâche et aux stratégies. In P.A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (Ed.), *Métacognition et éducation* (pp. 223-248). Berne: Peter Lang.

Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, *3,* 231-264.

Dignath, C., Büttner, G., & Langfeldt, H.-P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? A meta-analysis of self-regulation training programs. *Educational Research Review, 3,* 101-129.

Doly, A.-M. (2006). La métacognition: de sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école. In G. Toupiol, *Apprendre et comprendre : place et rôle de la métacognition dans l'aide spécialisé.* (pp. 83-124). Paris: Retz.

Edwards, L. (2010). Learning disabilities in deaf and hard-of-hearing children. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 425-438), Vol. 2. New York: Oxford University Press.

Feuerstein, R., Rand, Y., Hoffman, M.B., & Miller, R. (1980). *Instrumental Enrichment. An intervention program for cognitive modifiability*. Baltimore: University Park Press.

Flavell, J.H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Fuchs, L.S., & Fuchs, D. (2003). Enhancing the mathematical problem solving of students with mathematics disabilities. In H.L. Swanson, K.R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 306-322). New York: Guilford Press.

Gathercole, S.E., & Alloway, T.P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. London : Sage.

Graham, S., & Harris, K. R. (2003). Students with learning disabilities and the process of writing: A meta-analysis of SRSD studies. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 323–334). New York: Guilford Press.

Guidetti, M., & Tourrette, C. (2007). *Handicaps et développement psychologique de l'enfant.* Paris: Armand Collin.

Hall, M. L., & Bavelier, D. (2010). Cognitive functioning in deaf adults and children. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 486-499), Vol. 1. New York: Oxford University Press.

Hauser, P. C., Lukomski, J., & Hillman, T. (2008). Development of deaf and hard-of-hearing students' executive function. In M. Marschark & P. C. Hauser (Ed.), *Deaf cognition: foundations and outcomes* (pp. 287-308). New York: Oxford University Press.

Hessels, M.G.P., & Hessels-Schlatter, C. (2010a). Vers une évaluation adéquate et une intervention cognitive ciblée auprès des élèves à besoins éducatifs particuliers. In M.G.P. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Ed.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (pp. 1-4). Berne: Peter Lang.

Hessels, M.G.P., & Hessels-Schlatter, C. (2010b). L'apport des tests d'apprentissage dans l'évaluation des capacités intellectuelles des élèves avec difficultés scolaires. In M.G.P. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Ed.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (pp. 5-34). Berne: Peter Lang.

Hessels, M.G.P., Hessels-Schlatter, C., Bosson, M.S., & Balli, Y. (2009). Metacognitive teaching in a special education class. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 8,* 182-201.

Hessels-Schlatter, C. (2010). Les jeux comme outils d'intervention métacognitive. In M.G.P. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Ed.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (pp. 99-128). Berne: Peter Lang.

Hessels-Schlatter, C., & Hessels, M.G.P. (2010). Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés : synthèse et perspectives. In M.G.P. Hessels & C. Hessels-Schlatter (Ed.), *Evaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés* (pp. 191-206). Berne: Peter Lang.

Kelly, R. R. (2008). Deaf learners and mathematical problem solving. In M. Marschark & P. C. Hauser (Ed.), *Deaf cognition: foundations and outcomes* (pp. 226-249). New York: Oxford University Press.

Kistner, S., Rakoczy, K., Otto, B., Dignath-van Ewijk, C., Büttner, G., & Klieme, E. (2010). Promotion of self-regulated learning in classrooms: investigating frequency, quality, and consequences for student performance. *Metacognition Learning*, *5*, 157–171.

Klauer, K. J. (2002). A new generation of cognitive training for children: A European perspective. In G. M. van der Aalsvoort, W. Resing, & A. Ruijssenaars (Eds.), *Learning potential assessment* and cognitive training (pp. 147–174). New York: Elsevier Science.

Knoors, H., & Hermans, D. (2010). Effective instruction for deaf and hard-of-hearing students: teaching strategies, school setting, and student characteristics. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 57-70), Vol. 2. New York: Oxford University Press.

LaSasso, C. J. (1999). Test-Taking Skills: A Missing Component of Deaf Students' Curriculum. *American Annals of the Deaf*, *144*, 35-43.

Laughton, J. (1989). The learning disabled, hearing impaired student: Reality, myth, or overextension? *Topics in Language Disorders*, *9*, 70-79.

Lepot-Froment, C. (1996). La conquête d'une langue orale et écrite. In C. Lepot-Froment & N. Clerebaut (Ed.), *L'enfant sourd: communication et langage*. Brussels : De Boeck.

Leybaert, J., Aparicio, M., & Algeria, J. (2010). The role of Cued Speech in language development of deaf children. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 276-289), Vol. 1. New York: Oxford University Press.

Leybaert, J., Charlier, B. L., Hage, C., & Algeria, J. (1996). Percevoir la parole par les yeux: l'enfant sourd exposé au Langage Parlé Complété. In C. Lepot-Froment & N. Clerebaut (Ed.), *L'enfant sourd: communication et langage*. Brussels : De Boeck.

Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (1999). Métacognition et mathématiques. In P.A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (Ed.), *Métacognition et éducation* (pp. 303-332). Berne: Peter Lang.

Marschark, M., & Hauser, P. C. (2008). Cognitive underpinnings of learning by deaf and hard-of-hearing students. In M. Marschark & P. C. Hauser (Ed.), *Deaf cognition: foundations and outcomes* (pp 3-23). New York: Oxford University Press.

Marschark, M., Lang, H. G., & Albertini, M. J. (2002). *Educating deaf students: from research to practice*. New York: Oxford University Press.

Marschark, M., & Wauters, L. (2010). Working memory, deafness, and sign language. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 458-472), Vol. 2. New York: Oxford University Press.

Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science, 26*, 49–63.

Mayer, R. E (2001). Teaching for thinking. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 15476-15479). Oxford: Elsevier.

Mazzoni, G. (1999). Métaconnaissances et processus de contrôle. In P.A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (Ed.), *Métacognition et éducation* (pp. 69-98). Berne: Peter Lang.

Mestre, J. (2003). *Transfer of learning: Issues and research agenda* (National Science Foundation Report #NSF03-212). Available at www.nsf.gov/pubs/2003/nsf03212/nsf03212.pdf.

Miller, P.H. (1990). The development of strategies of selective attention. In D.F. Bjorklund (Ed.), *Children's strategies. Contemporary views of cognitive development* (pp. 157-184). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ministère de l'Éducation nationale française, Direction générale de l'enseignement scolaire (2010). *Scolariser les élèves sourds ou malentendants***.** Chasseneuil-du-Poitou: Centre national de documentation pédagogique.

Moé, A., & De Beni, R. (1999). Méthode d'étude : des stratégies aux programmes métacognitifs. In P.A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (Ed.), *Métacognition et éducation* (pp. 99-121). Berne: Peter Lang.

Montague, M. (2003). *Solve It!: A mathematical problem-solving instructional program.* Reston, VA: Exceptional Innovations.

Montague, M. (2007). Self-regulation and mathematics instruction. *Learning Disabilities Research & Practice, 22*, 76-84.

Montague, M. (2008). Self-regulation strategies to improve mathematical problem solving for students with learning disabilities. *Learning disability quarterly*, *31*, 37-44.

Mousley, K., & Kelly, R. (1998). Problem-solving strategies for teaching mathematics to deaf students. *American Annals of the Deaf*, *143*, 325-336.

National Research Council (2000). *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academic Press.

Organisation mondiale de la santé [OMS]. (2001). *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*. Genève, Suisse: OMS.

Pagliaro, C. M. (2010). Mathematics instruction and learning of deaf and hard-of-hearing students: what do we know? Where do we go? In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 156-171), Vol. 2. New York: Oxford University Press.

Palacio-Quintin, E. (1990). L'éducation cognitive à l'école. *European Journal of Psychology of Education*, 5, 231-242.

Paour, J.-L., & Cèbe, S. (1999). Le mouvement de l'éducation cognitive. In P.A. Doudin, D. Martin, & O. Albanese (Ed.), *Métacognition et éducation* (pp. 145-177). Berne: Peter Lang.

Paour, J.-L., Jaume, J., & de Robillard, O. (1995). De l'évaluation dynamique à l'éducation cognitive. In F. P. Büchel (Ed.), *L'éducation cognitive. Le développement de la capacité d'apprentissage et son evaluation* (pp. 47-102). Neuchâtel, Suisse: Delachaux et Niestlé.

Perkins D.N., Simmons, R., & Tishman, S. (1990). Teaching cognitive and metacognitive strategies. *Journal of structural learning, 10,* 285-303.

Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, *41*, 219-225.

Pressley, M., & Woloshyn, V. (1995). *Cognitive strategy instruction that really improves children's academic performance* (2nd ed.). Cambridge, MA : Brookine Books.

Prouchet, M. (1999). D'une démarche de médiation cognitive en relation avec les apprentissages scolaires. In J-P. Héraud & M. Prouchet, *Penser pour apprendre : regard critique sur l'éducation cognitive à l'école*. Paris : Hatier.

Schirmer, B. R., & Williams, C. (2010). Approaches to reading instruction. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 115-129), Vol. 1. New York: Oxford University Press.

Schunk, D. H., & Cox, P. D. (1986). Strategy training and attributional feedback with learning disabled students. *Journal of Educational Psychology*, *78*, 201-209.

Short, E. J., Schatschneider, C., Cuddy, C. L., Evans, S. W., Dellick, D. M., & Basili, L. A. (1991). The effect of thinking aloud on the problem-solving performance of bright, average, learning disabled, and developmentally handicapped students. *Contemporary Educational Psychology*, *16*, 139-153.

Siegler, R.S. (2001). *Enfant et raisonnement. Le développement cognitif de l'enfant*. Bruxelles, Belgique: De Boeck Université.

Sternberg, R.J. (2007). *Manuel de psychologie cognitive: du laboratoire à la vie quotidienne* Bruxelles: De Boeck.

Strassman, B. K. (1997) Metacognition and reading in children who are deaf: a review of the research. *Journal of deaf studies and deaf education*, *2*, 140-149.

Swanson, H. L. (1999). Instructional components that predict treatment outcomes for students with learning disabilities: Support for a combined strategy and direct instruction model. *Learning Disabilities Research & Practice, 16,* 109–119.

Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Educational Research*, *76*, 249–274.

Trezek, B. J., Wang, Y., & Paul, P. V. (2010). Processes and components of reading. In M. Marschark & P. E. Spencer (Ed.), *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education* (pp. 99-158), Vol. 1. New York: Oxford University Press.

Tzuriel, D., & Caspi, N. (1992). Cognitive Modifiability and Cognitive Performance of Deaf and Hearing Preschool Children. *Journal of Special Education*, *26*, 235-252.

Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition Learning*, *1*, 3-14

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Whitebread, D., Coltman, P., Pasternak, D. P., Sangster, C., Grau, V., Bingham, S., Almeqdad, Q., & Demetriou, D. (2009). The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. *Metacognition and Learning, 4,* 63-85.

Wong, B. Y. L, Harris, K. R., Graham, S., & Butler, D. L. (2003). Cognitive strategies instruction research in learning disabilities. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 383–402). New York: Guilford Press.

Zohar, A., & David, A. B. (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. *Metacognition Learning*, *3*, 59–82.

VI. ANNEXES

Annexe 1: Guide de médiation

Exemple des questions à poser et des explications des stratégies. Si l'élève ne connaît pas une stratégie il faut lui donner une explication sur l'utilité et l'application de la stratégie et aussi un exemple concret.

1) Compréhension et représentation mentale du problème : explorer la tâche et lire la consigne
   - Analyser et décrire
     - *Qu'est-ce qu'il y a sur la feuille? (p.ex. images, schémas,...)*
     - *Comment tu dois faire pour comprendre la tâche ? (p.ex. bien regarder et décrire ce qu'il y a dans l'exercice)*
   - Contrôle de la compréhension du texte
     - *Est-ce que tu as compris la consigne? il y a quelque chose que tu n'as pas compris ?*
     - *Comment tu peux faire pour t'aider à comprendre? (lire la consigne, la relire, lire à haute voix et coder)*
   - Mémoire externe : entourer/souligner les informations importantes
     - *Comment tu peux noter les informations importantes ? (p.ex. tu peux les entourer)*

2) Planification : plan d'action pour la résolution
   - Identification de l'objectif
     - *De quoi il s'agit (problème, calcul, ...)?*
     - *Qu'est-ce tu dois faire/trouver dans cet exercice?*
   - Définition des étapes
     - *Comment tu vas faire? Par quoi tu vas commencer?*

3) Exécution : résolution avec l'utilisation d'opérations mathématiques
   - Mémoire externe :
     - *Comment tu peux faire pour t'aider à compter? (p.ex. barrer les éléments comptés ou non-pertinents)*
   - Utiliser des gestes de soutien
     - *Comment tu peux faire pour t'aider à faire le calcul? (p.ex. mettre un chiffre dans la tête et l'autre dans les doigts)*
   - Contrôle : contrôle des activités mises en place, contrôle des résultats
     - *Est-ce que tu es sûre que c'est juste ?*
     - *Comment tu peux contrôler ?(p.ex. refaire le calcul, recompter, comparer)*

À la fin de la tâche
- *Qu'est-ce qui était difficile? Pourquoi?*
- *Comment tu as fait pour t'aider? Quelle stratégie tu as utilisé?*
- *Qu'est-ce qui était important de faire pour faire juste?*

Annexe 2: Grille d'observation

GRILLE D'OBSERVATION

Date : ..... Lieu : ..... Temps : .....

Tâche et matériel : .....

.....

.....

.....

CATEGORIE	DESCRIPTION	Occurrence Spontanée	Occurrence Médiation	Remarques: adéquation à la tâche, modifications, métaconnaissances,...
PLANIFICATION	***Avant de commencer la tâche***			
-identification objectif (définition tâche)	☐ Lire la consigne/ regarder la maîtresse pendant explications ☐ Verbaliser sur le type de tâche ☐ Verbaliser sur l'objectif à atteindre (identifier la question)			
-définition des étapes	☐ Verbaliser sur les étapes à mettre en œuvre ☐ Suivre une étape après l'autre			
-anticiper difficultés	☐ Verbaliser ce qui va être difficile			
CONTROLE	***Pendant la résolution de la tâche***			
-contrôle des activités	☐ Comparer éléments: regarder alternativement (tableau, cahier) ☐ Interrompre l'activité et recommencer			
-contrôle des résultats	☐ Refaire une opération dont on a déjà le résultat (recompter) ☐ Regarder une activité/opération déjà terminée			
-contrôle compréhension	☐ S'arrêter et relire ☐ Lire à haute voix/répéter (consigne orale)/ coder ☐ Mettre en lien les images/texte			
-ajustement stratégies	☐ Changer de stratégie pendant une activité			
Manque de compréhension	☐ Regarder l'adulte/autour d'elle, soulever les épaules ☐ Dire ce qu'elle ne comprend pas ☐ Revenir sur la tâche/consigne			
PROCESSUS COGN.-				
exploration	☐ Regarder (mouvement oculaire)/ toucher le matériel (au début)			
-comparaison	☐ Verbaliser sur la similitude/différence entre les éléments			
-raisonnement	☐ Verbaliser raisonnement : ☐ induction ☐ déduction			
-transfert	☐ Verbaliser : c'est pareil, comme dans un autre tâche/activité			
-attention sélective	☐ Verbaliser sur les éléments pertinents de la tâche			
-mémoire de travail	☐ Oublier une consigne et y revenir			

STRATEGIES				
- analyse, description	☐ Regarder le matériel plusieurs fois, s'arrêter un petit moment ☐ Décrire des éléments, dénommer ☐ Paraphraser, décrire avec ses mots			
-recherche systémat.	☐ Regarder un élément après l'autre pour chercher une info			
-mémoire externe	☐ Barrer les informations utilisées ☐ Entourer/souligner/colorier des infos importantes			
-autorépétition	☐ Répéter à haute voix une information (mot, nombre)			
-verbalisation	☐ Se guider: dire ce qu'elle fait ou elle va faire ☐ Faire un geste ou verbaliser (oui/non, juste/pas, pas sûr)			
-utiliser des gestes de soutien	☐ Pointer, suivre avec le doigt/crayon ☐ compter sur les doigts ☐ faire un geste sur la tête pour indiquer la mémorisation ☐ Indiquer avec un geste une expression verbale ☐ autre :			
aides mémoire	☐ utilise l'aide mémoire pour se souvenir la démarche			Aide-mémoire: ...
AUTONOMIE	☐ exécuter une partie de la tâche sans demander de l'aide			
MOTIVATION	☐ Passivité : elle ne reste pas concentrée sur la tâche ☐ Peu d'effort cognitif: elle ne fait rien, ne va pas jusqu'au bout ☐ Stratégie d'évitement: elle réponde «c'est juste» sans regarder ☐ Se décourage: elle arrête d'essayer quand elle n'arrive pas			
-orientation /adulte	☐ Regarder plusieurs fois l'adulte en attendant une indication			

Commentaires : .....

.....

.....

.....

.....

.....

Prochaine intervention : .....

.....

.....

Annexe 3: Tâches de pré-test et post-test en cabinet

Pré-test: problème de mathématiques

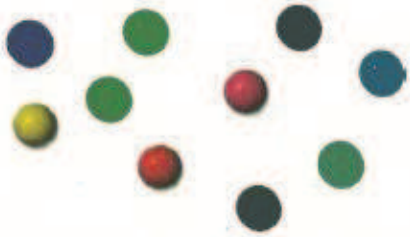
Résoudre des problèmes - 1

Antoine et Dylan mettent leurs billes dans le même sac:

Les billes d'Antoine :

Nombre de billes : 9

Les billes de Dylan :



Nombre de billes : 10

- Combien de billes il y a en tout dans le sac ?

Écris l'opération et calcule

.....

.....

.....

.....

Antoine et Dylan ont 19 billes dans le sac.
À la récréation ils perdent 7 billes.

-Combien de billes restent dans le sac après la récréation ?

Écris l'opération et calcule

19.....

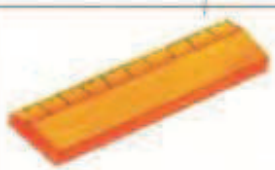
.....

.....

.....

Résoudre des problèmes - 2

Fabien achète un livre et une règle.

		
Livre : 6 euros	Crayon : 1 euro	Règle : 2 euros

- Combien doit-il payer?

Écris l'opération et calcule

6 + 1 + 2

Fabien avait 18 euros dans sont porte-monnaie.
Il a payé .9.. euros.

-Combien d'euros lui restent?

Écris l'opération et calcule

18 - 9

Post-test: problème de mathématiques

Résoudre des problèmes - 1

Julie et Théo mettent leurs bonbons dans le même sac:

Les bonbons de Julie :

Nombre de bonbons : 8

Les bonbons de Théo :

Nombre de bonbons : 6

- Combien il y a des bonbons en tout dans le sac ?

Écris l'opération et calcule

6 + 8 = 14

Julie et Théo ont 14 bonbons dans le sac.
À la récréation ils mangent 5 bonbons.

-Combien de bonbons restent dans le sac ?

Écris l'opération et calcule

14 - 5 = 14

Résoudre des problèmes - 2

Alice achète une poupée et un ours.

Poupée : 5 euros	Ours: 3 euros	Voiture: 2 euros

- Combien doit-elle payer?

Écris l'opération et calcule

5 + 3 = 8

Alice avait 15 euros dans sont porte-monnaie.
Elle a payé ..... euros.

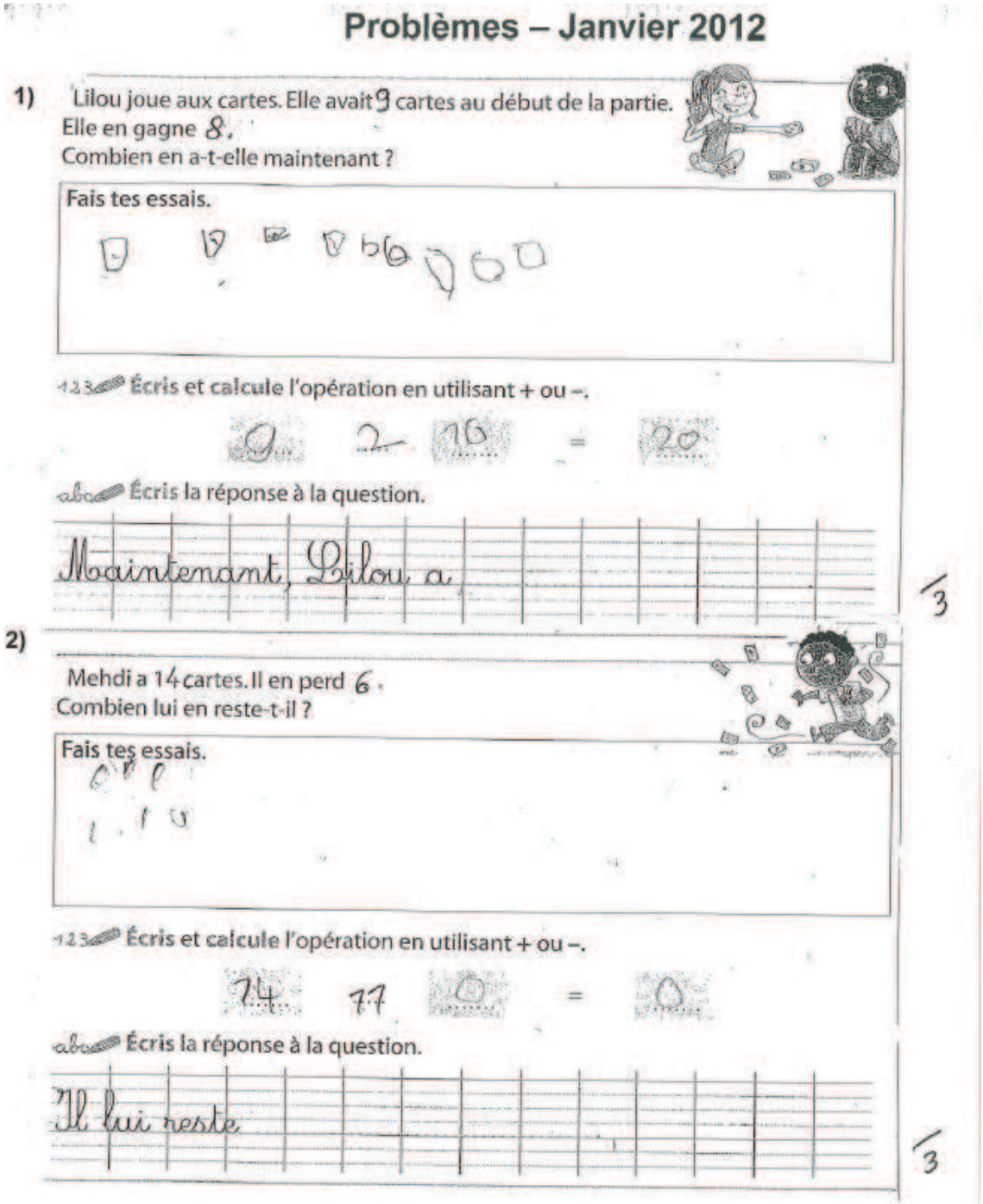
-Combien d'euros lui restent?

Écris l'opération et calcule

15 − 8 = 7

Annexe 4: Tâches de pré-test et post-test en classe

Pré-test: épreuve scolaire



Problèmes – Janvier 2012

1) Lilou joue aux cartes. Elle avait 9 cartes au début de la partie.
Elle en gagne 8.
Combien en a-t-elle maintenant ?

Fais tes essais.

123 Écris et calcule l'opération en utilisant + ou –.

9 + 8 = 17

abc Écris la réponse à la question.

Maintenant, Lilou a 17.

/3

2) Mehdi a 14 cartes. Il en perd 6.
Combien lui en reste-t-il ?

Fais tes essais.

123 Écris et calcule l'opération en utilisant + ou –.

14 – 6 = 8

abc Écris la réponse à la question.

Il lui reste 8.

/3

Épreuve scolaire en cours d'intervention

PROBLEMES – Mars 2012

1 Léa a fabriqué un collier avec 25 perles rouges et 14 perles bleues.
Combien de perles a-t-elle utilisées ?

Écris l'opération et calcule.

25 + 14 =

Complète : Léa a utilisé 39 perles.

2 Dans leur bibliothèque, Léa a rangé 36 livres et Théo 23.
Combien de livres les enfants ont-ils rangés ?

Écris l'opération et calcule.

36 + 23 = 59

Complète : Ils ont rangé ..... livres.

Léo et Léa enlèvent des jetons de la boîte.

3 Combien de jetons reste-t-il dans la boîte ?

Il reste ..... jetons.

2 Manon range 18 perles bleues et 16 perles jaunes dans sa boîte.
Combien de perles a-t-elle rangées ?

Colorie les étiquettes qui donnent la bonne réponse.

2	34	18 + 16	18 – 16

Complète. 34 perles sont rangées.

3 Mélissa possède 17 billes. Elle en donne 8 à Lou et toutes les autres à Noémie.
Combien Noémie aura-t-elle de billes ?

Colorie les étiquettes qui donnent la réponse.

25	9	17 + 8	17 – 8

Complète. Noémie aura 17 – 8 billes.

Post-test: épreuve scolaire

PROBLEMES – Juin 2012

1. La maman de camille a acheté des biscuits :

23 biscuits au chocolat et 38 biscuits au citron.

Combien de biscuits a-t-elle acheté en tout ?

Fais tes essais et pose l'opération en colonnes.

Raisonnement initialement juste (addition)

Écris l'opération.

Écris la réponse à la question.

2. Camille a 35 euros dans sa tirelire.

Elle achète une poupée à 23 euros.

Combien lui reste-t-il dans sa tirelire ?

Fais tes essais et pose l'opération en colonnes.

Écris l'opération.

35-23=12

Écris la réponse à la question.

Brave!

3. Colorie chaque fois la bonne opération

Pierre a 30 ans. Paul a 4 ans de plus que Pierre. Quel est l'âge de Paul ?

30 - 4 | 30 + 4

Jean a 25 € dans son porte monnaie. Il achète un livre à 17 €.
Combien lui reste-t-il ?

25 - 17 ✓ | 25 + 17

Dans un bus, il y a 45 voyageurs assis et 18 voyageurs debout.
Combien y a-t-il de voyageur au total ?

45 - 18 | 45 + 18 ✓

Julien a acheté 24 bonbons. Il en a donné 15 à ses amis. Combien lui reste-t-il de bonbons ?

24 - 15 ✓ | 24 + 15

3/4