

Quel est l'impact d'un enseignement réciproque de stratégies métacognitives sur les performances en résolution de problèmes mathématiques, sur la persévérance, la motivation et sur les émotions ?

Auteur : Planchar, Melody

Promoteur(s) : Fagnant, Annick

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences de l'éducation, à finalité spécialisée en enseignement

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5698>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



*Faculté de Psychologie,
Logopédie et Sciences de l'Education*

*Quel est l'impact d'un enseignement réciproque
de stratégies métacognitives sur les performances
en résolution de problèmes mathématiques,
sur la persévérance, la motivation et sur les émotions ?*

Promotrice : A. Fagnant

Lecteurs : C. Monseur

V. Quittre

Mémoire présenté par **Mélody PLANCHAR**

en vue de l'obtention du grade de Master

en Sciences de l'Education à finalité Enseignement

Année académique 2017-2018

Remerciements

Ce mémoire est l'aboutissement de trois années d'études. Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont encouragée tout au long de ce master jusqu'à la finalisation de celui-ci.

Un merci particulier à Madame Annick Fagnant pour ses précieux conseils et sa disponibilité. Elle m'a guidée dans ce travail tout en me laissant une grande part d'autonomie.

Merci à mes lecteurs, Madame Quittre et Monsieur Monseur pour l'attention portée à sa réalisation.

Merci aux enseignants qui ont accepté de me recevoir dans leur classe et de me laisser mettre en place les dispositifs d'expérimentation.

Merci aux élèves de m'avoir accueillie avec le sourire, d'avoir accepté de s'arracher les cheveux à résoudre des problèmes mathématiques et plus encore, de m'avoir confié leurs émotions à un âge où on ne souhaite pas toujours s'ouvrir aux autres.

Merci à mes amies rencontrées à l'université qui m'ont soutenue plus d'une fois dans les moments de découragement et d'angoisse mais avec lesquelles j'ai surtout appris à travailler en groupe et dans la bonne humeur.

Enfin, je tiens à remercier mon mari et mes enfants pour leur patience face à mes absences ou à mes coups de fatigue. Merci pour vos nombreux encouragements par dessin, par bisous et par « Tu vas y arriver, maman, j'en suis sûre ! ». Apparemment, oui...

-

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	2
INTRODUCTION	5
CHAPITRE 1 : LES MATHÉMATIQUES, LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES ET LES ÉMOTIONS	8
1.1. LES MATHÉMATIQUES, REFLET D'UN APPRENTISSAGE COMPLEXE	8
1.2. DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES ET RÉOLUTION DE PROBLÈMES	9
1.3. COMMENT AMÉLIORER LA PERFORMANCE EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES ?	10
1.4. LES ÉMOTIONS POUR AIDER À LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES ?	12
CHAPITRE 2 : LA COGNITION, LA MÉTACOGNITION ET LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES	15
2.1. QU'EST-CE QUE LA MÉTACOGNITION ?	15
2.1.1. LE MODÈLE DE MÉTACOGNITION DE FLAVELL	15
2.1.2. LE MODÈLE MÉTACOGNITIF DE BROWN	18
2.1.3. LE MODÈLE DE BERGER	19
2.2. COGNITION ET MÉTACOGNITION DANS LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES	21
2.2.1. ENSEIGNER LA MÉTACOGNITION	22
2.2.2. DEUX MODÈLES DE PÉDAGOGIES MÉTACOGNITIVES	22
2.3. MÉTACOGNITION ET PERSÉVÉRANCE	27
CHAPITRE 3 : LA MOTIVATION, LES ÉMOTIONS ET LA MÉTACOGNITION	30
3.1. LA MOTIVATION	30
LA THÉORIE DE L'AUTODÉTERMINATION (TAD)	31
3.2. MOTIVATION ET ÉMOTIONS	33
3.3. RENFORCER LA MOTIVATION, PAR QUELS MOYENS ?	34
CHAPITRE 4 : LES ÉMOTIONS ET LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES	36
4.1. QU'EST-CE QU'UNE EMOTION ?	36
4.2. LA COMPÉTENCE EMOTIONNELLE	37
4.3. LA THÉORIE DE LA VALEUR ET DU CONTRÔLE DES ÉMOTIONS D'ACCOMPLISSEMENT	38
4.4. AGIR SUR LES ÉMOTIONS EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES	41
CHAPITRE 5 : L'IMPACT DES PAIRS ET DES ENSEIGNANTS SUR L'APPRENTISSAGE	44
5.1. L'ENSEIGNEMENT EXPLICITE	46
5.1.1. LES EFFETS DE L'ENSEIGNEMENT EXPLICITE	47
5.1.2. L'ENSEIGNEMENT EXPLICITE ET LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES.	48
5.2. L'ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE	48
APPORTS DE L'ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE	49

CHAPITRE 6 : PROBLÉMATIQUE, QUESTION DE RECHERCHE ET HYPOTHÈSES	51
6.1. PROBLÉMATIQUE ET QUESTION DE RECHERCHE	51
6.2. HYPOTHÈSES	54
HYPOTHÈSE 1. AU NIVEAU DES PERFORMANCES DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES	54
HYPOTHÈSE 2. AU NIVEAU DE LA PERSÉVÉRANCE	55
HYPOTHÈSE 3. AU NIVEAU DE LA MOTIVATION	55
HYPOTHÈSE 4. AU NIVEAU DES ÉMOTIONS	56
CHAPITRE 7 : DISPOSITIF MÉTHODOLOGIQUE	57
7.1. DESCRIPTION DE LA POPULATION ET DES ÉCHANTILLONS CONCERNÉS	57
7.2. MÉTHODOLOGIE	58
7.2.1. PLAN D'ACTION	58
7.2.2. INTERVENTIONS DANS LES CLASSES EXPÉRIMENTALES	61
7.2.3. DANS LA CLASSE EXPÉRIMENTALE STRATÉGIE-RÉCIPROQUE-ÉMOTIONS	63
7.3. PRÉSENTATION DU SYSTÈME D'ANALYSE DES DIFFÉRENTS TESTS ET ÉCHELLES	64
7.3.1. LES PRÉTESTS ET POST-TESTS COGNITIFS	64
7.3.2. LES ÉCHELLES	65
7.3.3. L'ÉCHELLE MESURANT LA PERSÉVÉRANCE	65
7.3.4. L'ÉCHELLE DE MESURE DE LA MOTIVATION	65
7.3.5. L'ÉCHELLE DE MESURE DES ÉMOTIONS	66
CHAPITRE 8 : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	67
8.1. ÉVOLUTION DES PERFORMANCES DES ÉLÈVES EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES (HYPOTHÈSE 1)	67
8.1.1. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES PERFORMANCES DES ÉLÈVES EN FONCTION DES DISPOSITIFS D'APPRENTISSAGE REÇUS ? (HYPOTHÈSES 1A ET 1B)	67
8.1.2. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES PERFORMANCES DES ÉLÈVES SELON LEUR NIVEAU DE DÉPART ET SELON LES DISPOSITIFS D'APPRENTISSAGE REÇUS ? (HYPOTHÈSES 1C ET 1D)	70
8.2. ÉVOLUTION DE LA PERSÉVÉRANCE DES ÉLÈVES (HYPOTHÈSE 2)	73
COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES SIGNES DE PERSÉVÉRANCE DES ÉLÈVES SELON LES DISPOSITIFS D'APPRENTISSAGE REÇUS ? (HYPOTHÈSES 2A ET 2B)	73
8.3. ÉVOLUTION DE LA MOTIVATION (HYPOTHÈSE 3)	74
8.3.1. COMMENT A ÉVOLUÉ LA MOTIVATION AUTODÉTERMINÉE DES ÉLÈVES DANS LES CLASSES EXPÉRIMENTALES SELON LES DISPOSITIFS D'APPRENTISSAGE REÇUS ? (HYPOTHÈSES 4A ET 4B)	74
8.3.2. COMMENT A ÉVOLUÉ LA MOTIVATION NON-AUTODÉTERMINÉE DES ÉLÈVES DANS LES CLASSES EXPÉRIMENTALES SELON LES DISPOSITIFS D'APPRENTISSAGES REÇUS ? (HYPOTHÈSES 4C ET 4D)	76
8.4. ÉVOLUTION DES ÉMOTIONS (HYPOTHÈSE 4)	77
8.3.1. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES ÉMOTIONS POSITIVES SELON LES DISPOSITIFS REÇUS ?	77
8.3.2. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES ÉMOTIONS NÉGATIVES SELON LES DISPOSITIFS REÇUS ?	79

CHAPITRE 9 : INTERPRÉTATION ET DISCUSSION	81
9.1. L'EFFET DE L'UTILISATION DE STRATÉGIES MÉTACOGNITIVES COMBINÉES À UN ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE SUR LES PERFORMANCES DE RÉOLUTION DES ÉLÈVES AVEC OU SANS UN TRAVAIL SUR LES ÉMOTIONS (HYPOTHÈSE 1)	81
9.2. L'EFFET DE L'UTILISATION DE STRATÉGIES MÉTACOGNITIVES COMBINÉES À UN ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE SUR LA PERSÉVÉRANCE DES ÉLÈVES AVEC OU SANS UN TRAVAIL SUR LES ÉMOTIONS (HYPOTHÈSE 2)	85
9.3. L'EFFET DE L'UTILISATION DE STRATÉGIES MÉTACOGNITIVES COMBINÉES À UN ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE SUR LA MOTIVATION DES ÉLÈVES AVEC OU SANS UN TRAVAIL SUR LES ÉMOTIONS (HYPOTHÈSE 3)	86
9.4. L'EFFET DE L'UTILISATION DE STRATÉGIES MÉTACOGNITIVES COMBINÉES À UN ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE SUR LES ÉMOTIONS RESENTIES LORS DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES AVEC OU SANS UN TRAVAIL SUR LES ÉMOTIONS (HYPOTHÈSE 4)	89
9.6. LIMITES DU TRAVAIL	92
CHAPITRE 10 : CONCLUSION	94
BIBLIOGRAPHIE	96
TABLE DES TABLEAUX	100
ANNEXES`	101

Introduction

Selon Caballero, Blanco et Guerrero (2011), la base de l'apprentissage n'est pas la quantité de contenu étudié, mais le degré d'autonomie et le niveau de sensibilité avec lequel les élèves apprennent. Cette définition est liée aux variables personnelles, motivationnelles et affectives et aux processus interactifs qui se déroulent dans l'acte d'apprentissage. Des études récentes montrent une conceptualisation plurielle de l'apprentissage mettant en jeu ces différents processus (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b). Les facteurs motivationnels ont un rôle conjoint avec les facteurs affectifs et cognitifs notamment dans les mathématiques : [...] or, « les étudiants éprouvant des difficultés cognitives et métacognitives dans ce domaine, développent des émotions négatives et une motivation médiocre qui entravent leurs efforts » (Kramarski, Weiss & Kololshi-Minsker, 2010 cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014, p.76).

Dans cette conception plurielle de l'apprentissage, les émotions se retrouvent à différents niveaux. L'apprenant y est sujet constamment : seul, face à son enseignant, dans les échanges avec les pairs. Il est difficile de séparer les facteurs influençant les performances académiques des élèves. Les résultats eux-mêmes influencent la pensée de l'élève, éveillant en lui des émotions positives ou négatives, favorisant la motivation face à la tâche ou l'évitement par peur de montrer une quelconque incapacité face à ses pairs.

Dans ces situations d'apprentissage, le rôle de l'enseignant est primordial. Il doit guider l'élève, lui faire prendre conscience de ce qui lui permet d'apprendre et de réguler son apprentissage, il peut notamment recourir au processus de métacognition. La régulation de la connaissance se réfère à un ensemble d'activités qui aident les élèves à planifier, surveiller et évaluer leur propre travail (Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). Il est possible que les outils plus métacognitifs qu'un apprenant ait pour entreprendre une tâche soient son envie et sa motivation. En effet, il existe différentes formes de motivation qui influencent le travail et donc les résultats des élèves. Nous en aborderons plusieurs facettes dans ce travail.

La multiplicité des tâches auxquelles les élèves sont confrontés nous incite à centrer notre attention sur un domaine, nous opterons pour un domaine qui amène des émotions variées, celui des mathématiques. En effet, pour la plupart des individus, la connaissance

mathématique enseignée à l'école reste inutilisée dans la vie quotidienne selon Legrand (2006, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016). De plus, la résolution de problèmes mathématiques constitue une réelle pierre d'achoppement pour les élèves aux épreuves évaluatives externes tant nationales qu'internationales (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a ; Verschaffel, Greer et De Corte, 2000). Citons en exemple, les résultats de l'épreuve externe non certificative proposée en début de la 5^e primaire en Fédération Wallonie-Bruxelles¹. En octobre 2014, les résultats en résolution de problèmes sont de 57% pour l'ensemble des élèves de FWB.

A côté de ces faibles résultats, Caballero, Blanco et Guerrero (2011) insistent sur le fait qu'avant de pouvoir enseigner aux élèves, les futurs enseignants manquent parfois de confiance (Caballero, 2008) en résolution de problèmes mathématiques. La plupart d'entre eux ne se considèrent pas capables ou sous-qualifiés dans ce domaine. Il s'agit donc, selon ces auteurs, de fournir des outils professionnels et des compétences personnelles - émotionnelles, cognitives, sociales et comportementales - qui leur permettront de fonctionner de manière résolue et professionnelle. Un enseignement explicite de stratégies métacognitives serait un de ces outils pour l'enseignant.

Face à ces constats liés à la motivation de l'élève en résolution de problème et au manque de confiance des enseignants, Perkun (2006), évoque que, pour les élèves, les apprentissages à but coopératif impliquent que la réussite soit définie par la performance du groupe, ce qui signifie que la réalisation est positivement liée entre individus. Lafontaine, Terwagne & Vanhulle ajoutent que le travail avec les pairs via un enseignement réciproque (2006) devrait permettre de renforcer les facteurs motivationnels et émotionnels des élèves en résolution de problèmes.

Notre travail s'inscrit dans cette logique et se situe dans la continuité du mémoire de Frusch (2017). Cette dernière a mis en place « un enseignement explicite de stratégies cognitives et métacognitives et apprentissage coopératif ». Elle souhaitait voir si ce dispositif pouvait « améliorer les performances, renforcer la motivation et diminuer l'anxiété face à la résolution de problèmes en fin d'enseignement primaire » (Frusch, 2017, p.39). Nous

¹ Voir <http://www.enseignement.be/index.php?page=25102&navi=3207>

opterons pour une mise en perspective des résultats obtenus par Frusch et ceux obtenus dans le cadre du présent travail.

De manière pragmatique, nous dégagerons dans la revue de la littérature les concepts de résolution de problèmes, de métacognition, de persévérance, de motivation et d'émotion en cherchant à mettre en évidence les interrelations entre ces différents concepts. Ensuite, nous nous attarderons sur le rôle des pairs dans l'apprentissage. Et enfin, nous présenterons le dispositif de recherche mise en place et analyseront les résultats avant d'élaborer une conclusion.

Chapitre 1 : Les mathématiques, la résolution de problèmes et les émotions

Les mathématiques et la résolution de problèmes sont sources de difficultés pour les élèves telles que l'évoquent de nombreuses recherches pour les didacticiens. Ces recherches pointent également des leviers qui peuvent aider les élèves dans cette discipline. Nous chercherons à les mettre en évidence dans cette partie de la revue de la littérature.

1.1. Les mathématiques, reflet d'un apprentissage complexe

Selon Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b), la réussite en mathématiques dans les enquêtes internationales et nationales montre une maîtrise insuffisante des compétences de base pour un grand nombre d'étudiants. En effet, selon Demonty, Blondin, Matoul, Baye et Lafontaine (2013), plus de 40% des étudiants de l'OCDE ne perçoivent pas la valeur des matières mathématiques et plus d'une moitié ont un concept de soi négatif en mathématique (OCDE, 2010). De plus, comme évoqué dans l'introduction, Legrand (2006, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) note que, pour la plupart des individus, les connaissances mathématiques enseignées à l'école sont inutilisées dans la vie quotidienne. De telles observations soulèvent la question du rôle conjoint joué par les facteurs motivationnels, affectifs et cognitifs dans l'apprentissage et la performance des mathématiques. Selon plusieurs chercheurs (Adihou, 2011; McLeod, 1992; Op't Eynde, De Corte et Verschaffel, 2002; Schoenfeld, 1985), les élèves développent une relation globale avec les mathématiques qui oriente leurs comportements et leurs interactions en classe. Et Blouin (1985, p.11, cité par Adihou, 2011) d'ajouter que les mathématiques ont une « capacité remarquable de susciter toute une variété de réactions dysfonctionnelles chez les étudiants et les étudiantes telles que l'anxiété, le manque de confiance en ses capacités, la démission prématurée, etc. ». L'ensemble de ces facteurs négatifs auraient de nombreuses conséquences face aux mathématiques : sentiment d'échec, abandons, dévalorisation de soi, difficultés à se prendre en main et à comprendre les raisons réelles de l'échec (Lafortune, 1997, cité par Adihou, 2011). Il semble nécessaire de prendre en compte ces différents facteurs dans l'étude du comportement de l'élève en mathématique afin de l'aider à mieux apprendre.

Afin d'obtenir une image plus précise de l'apprentissage mathématique, Kim et Hodges (2012), Op't Eynde et Turner (2006) et Pekrun et Perry (2014), (cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) proposent d'aborder la question des émotions académiques – émotions liées au fait d'apprendre pendant et après la tâche réalisée – comme antécédents de la motivation car, selon eux, les émotions académiques, les réalisations académiques et la motivation interagissent de manière bidirectionnelle.

1.2. Didactique des mathématiques et résolution de problèmes

Comme, évoqué *supra*, le domaine des mathématiques est vaste et complexe, il nécessite des recherches en didactique qui ont pour objet de faire évoluer l'enseignant comme l'apprenant. Selon Brousseau (2009), la didactique des mathématiques étudie les conditions et les processus de diffusion et d'apprentissage des mathématiques (cité par Adihou, 2011). Elle a pour objectifs notamment de « donner des moyens de contrôle de l'enseignement des mathématiques, des moyens de diffusion des savoirs mathématiques et des moyens d'étude et d'analyse des phénomènes didactiques : obstacles, erreurs, difficultés, contrat didactique, transposition didactique, etc. » (Adihou, 2011, p.93).

Depuis les années 1980, la résolution de problèmes est considérée comme l'épine dorsale du contenu en mathématiques car elle implique des compétences d'analyse, de compréhension, de raisonnement et d'application (Caballero & al., 2011). Dans les programmes de formation en mathématique de la Fédération Wallonie-Bruxelles, la résolution de problèmes est désignée par le terme « compétences transversales » dans les Socles de Compétences de l'Enseignement fondamental et premier degré de l'Enseignement secondaire en FWB² ou sous la forme de « savoir établir des liens logiques »³ pour l'enseignement libre conventionnel subventionné. Si la résolution de problèmes mathématiques est l'un des aspects les plus importants de l'éducation mathématique, elle est aussi le plus ardu pour les élèves du primaire (Verschaffel, Greer & De Corte, 2000, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b). Or, les scores aux épreuves évaluatives externes tant nationales qu'internationales montrent que la résolution de problèmes mathématiques constitue un réel obstacle pour les élèves (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a) Ces faibles performances ont conduit de nombreux chercheurs

² Retrieved from <http://www.enseignement.be/index.php?page=24737>

³ Retrieved from <http://enseignement.catholique.be/segec/index.php?id=1889>

(Fagnant, Demonty & Lejong, 2003 ; Fagnant & Demonty, 2004 ; Gamo, Nogry & Sander, 2014 ; Houdement, 2014 ; Verschaffel et al., 2000) à examiner, de façon approfondie, les stratégies adoptées par les élèves en résolution de problèmes. Ces derniers ont, notamment, mis à jour l'usage, par les élèves, de démarches de résolution superficielles telles que la non prise en compte des connaissances du monde réel dans la résolution (Verschaffel et al., 2000) et une résolution reposant sur la recherche d'indices sémantiques (Gamo, Nogry & Sander, 2014 ; Gamo et al., 2014). D'ailleurs, les pratiques de classe sont décrites comme transmissives, prévisibles et techniques (Goetz et al., 2010, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b). Les calculs sont décontextualisés, les symboles utilisés ne font référence à rien, les étudiants exécutent aveuglément les algorithmes enseignés, en essayant d'éviter de confondre les opérations autorisées avec les interdits (Demonty, 2005; Desmarests et al., 1997, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b). Or, ces démarches s'avèrent inefficaces pour résoudre de véritables problèmes au sens où l'individu ne connaît pas d'emblée la démarche à adopter pour solutionner le problème (Fagnant et al., 2003, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a). Les chercheurs (dont Schoenfeld, 1992, Verschaffel, Greer & De Corte, 2000, cité par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014) ont montré que les difficultés de résolution de problèmes pour les élèves ne proviennent pas toujours d'un manque de connaissances mathématiques, mais plutôt d'une activation inefficace de leurs connaissances, car les élèves n'ont pas les compétences métacognitives nécessaires pour contrôler, surveiller et réfléchir sur les processus de solution. Ces difficultés cognitives et métacognitives font que de nombreux étudiants développent des sentiments négatifs envers les mathématiques, ce qui entrave l'apprentissage et la réussite (Artino, 2009; Duckworth, Akerman, MacGregor, Sattler & Vorhaus, 2009; Efklides, 2011; Efklides & Petkaki, 2005).

1.3. Comment améliorer la performance en résolution de problèmes ?

Polya (1945) puis Hanin et Van Nieuwenhoven (2016) ont conceptualisé des démarches qui présentent une succession d'étapes par lesquelles les élèves doivent passer pour améliorer leur performance en résolution de problème.

Polya (1945, cité par Tzohar-Rozen et Kramarski, 2014)) propose de diviser le processus de résolution de problèmes en quatre étapes principales :

- 1) Comprendre le problème. L'apprenant examine les données connues et manquantes, essaie de comprendre ce qu'il doit faire. Fournir une formulation plus simple du problème ou utiliser des représentations telles que des graphiques et des dessins, par exemple.
- 2) Elaborer un plan. , L'apprenant organise les faits et les variables problématiques et décide quelle solution est la plus appropriée.
- 3) Mettre en œuvre la stratégie. Tout en résolvant le problème, l'apprenant utilise des preuves pour déterminer si la stratégie choisie a été utile et réfléchit à des stratégies alternatives.
- 4) Vérifier la solution.

Ultérieurement, dans leur étude de 2016, Hanin et Van Nieuwenhoven ont implémenté un dispositif consacré à la résolution de problèmes selon une démarche bien précise qui consiste à mobiliser huit heuristiques : « représenter le problème », « estimer la solution », « utiliser ses connaissances pour identifier le type de problème », « faire un plan de résolution », « faire les calculs nécessaires », « vérifier ses calculs et sa démarche », « interpréter le résultat obtenu » et « communiquer la solution ». Ces heuristiques sont inspirées du modèle de Verschaffel et al. (2000), de la démarche de résolution suggérée par Fagnant et Demonty (2004) dans leur guide méthodologique et de la littérature sur les résolveurs experts (Houdement, 2014 ; Muir et al., 2008 ; Schoenfeld, 1992, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a). Parmi ces heuristiques, les chercheurs sont formels sur le rôle clé joué par l'heuristique « représenter le problème » (Coquin-Viennot & Moreau, 2003 ; Gamo et al., 2011 ; Kintsch & Greeno, 1985 ; Riley, Greeno & Heller, 1983 ; Thevenot, Devidal, Barrouillet & Fayol, 2007 ; Thevenot & Oakhill, 2008). Cependant, le rôle joué par les autres heuristiques est moins clair. Or, plusieurs auteurs (Fagnant & Demonty, 2004 ; Houdement, 2014 ; Verschaffel et al., 2000, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a) insistent sur l'importance d'interpréter le résultat obtenu à la lumière de l'énoncé.

Parallèlement à ces heuristiques, Báez (2007, cité par Caballero et al., 2011), dans une synthèse des résultats de diverses recherches (Schoenfeld, 1992; Mtetwa & Garofalo, 1989; Stodolsky, Salk & Glaessner, 1991 relève qu'aider à la résolution de problèmes, c'est également lutter contre les croyances des élèves. L'auteur donne une liste détaillée des croyances dans cette discipline :

- ✓ les problèmes mathématiques ont une seule réponse correcte ;
- ✓ il n'y a qu'un seul moyen de résoudre tout problème de mathématiques ;
- ✓ les mathématiques sont une activité solitaire que les élèves ne comprennent généralement pas, ils la mémorisent et l'appliquent mécaniquement ;
- ✓ quelqu'un qui comprend très bien les mathématiques est capable de résoudre un problème en cinq minutes ou moins ;
- ✓ les mathématiques apprises à l'école ont peu d'application au monde réel.

Outre les croyances des élèves, selon Richardson et Woolfolk (1980, cités par Caballero et al., 2011), l'anxiété d'un élève dans le contexte des mathématiques consiste en des sentiments de tension, d'impuissance et de désorganisation mentale face à la résolution de tâches mathématiques. Dès lors, il faut tenter de contrôler l'environnement dans lequel les élèves résolvent des problèmes mathématiques face aux émotions négatives que les élèves peuvent éprouver durant la tâche de résolution.

Selon ces auteurs, améliorer la résolution de problème passerait par une démarche à enseigner aux élèves, lutter contre les croyances des élèves et tenir sous contrôle l'environnement de travail.

1.4. Les émotions pour aider à la résolution de problèmes ?

Pour rappel, dans leur recherche de 2016, Hanin et Van Nieuwenhoven (b) mesurent d'une part, la motivation et les émotions d'élèves envers les mathématiques et, d'autre part, donnent un aperçu de la capacité des émotions académiques, de la motivation, de l'engagement comportemental et de la performance mathématique chez des élèves de 13 à 15 ans. Ces concepts sont étudiés par la théorie de la valeur et du contrôle des émotions d'accomplissement, proposée par Pekrun et Perry (2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b). Pour avoir une image plus complète de la motivation des élèves en mathématiques, ces chercheuses tentent de combler une lacune dans les recherches en examinant l'impact des émotions sur le niveau d'engagement comportemental parallèlement à la valeur perçue et au concept de soi des élèves en mathématique. Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b) observent que les étudiants qui sont fiers d'eux-mêmes et probablement pas désespérés, ont une perception de soi positive de leurs compétences en mathématiques. Les étudiants s'engagent dans des tâches mathématiques s'ils ne s'ennuient pas. Les

résultats obtenus par Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b) ouvrent la voie à la discussion en termes de pratiques éducatives. Étant donné que la joie a tendance à prédire la valeur mathématique et que cette émotion n'est pas souvent vécue par les étudiants, il semble très important pour les enseignants de modifier leur approche éducative en mettant l'accent sur l'intérêt intrinsèque des connaissances mathématiques. Nous postulons que ces résultats sont valables en résolution de problèmes puisque cette matière fait partie intégrante des mathématiques. *A contrario*, il semble que les étudiants expriment peu d'intérêt pour le contenu mathématique et considèrent ce domaine comme inutile (Desmarets et al., 1997; Develay, 1996; Legrand, 2006, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b).

Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b) montrent que l'ennui est l'émotion négative la plus expérimentée, et la fierté l'émotion positive la plus ressentie en ce qui concerne les émotions académiques.

Parallèlement, selon Fayol (2006), cette familiarisation avec les concepts appuie la réussite des élèves et les expériences de réussite et d'échec constituent l'une des principales sources de concept de soi en mathématiques (Marsh et al., 2015, Parker et al., 2013).

En conclusion, ces constats semblent indiquer que le développement de stratégies de résolution plus approfondies et plus appropriées pour résoudre de véritables problèmes requiert un changement des pratiques d'enseignement et d'apprentissage. De plus, il est également important pour la recherche future d'inclure des mesures d'environnement social - telles que la qualité de l'enseignement, les structures d'objectifs, les commentaires, le soutien à l'autonomie, etc. (Pekrun & Perry, 2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) - afin de mieux comprendre la source des émotions expérimentées dans les salles de classe mathématiques. Artino (2009, cité par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014) précisent que les âges de neuf à onze ans semblent être les plus critiques pour développer des attitudes et des réactions émotionnelles envers les mathématiques.

Ce que nous en retenons pour notre pratique

Les facteurs motivationnels et émotionnels influençant les mathématiques doivent être pris en compte dans la résolution de problèmes car c'est une étape où l'élève doit mettre

en action ses expériences antérieures en mathématiques. Il semble nécessaire de lutter contre les croyances des élèves et d'agir sur les performances en résolution de problèmes par l'utilisation de stratégies métacognitives, par la mise en place d'un travail sur les émotions : les comprendre et les réguler, dans l'espoir de permettre aux élèves de vivre plus sereinement une résolution de problèmes mathématiques.

Il sera intéressant que notre recherche se déroule en 5^e et 6^e primaire, soit à l'âge le plus critique pour le développement des compétences émotionnelles.

Chapitre 2 : La cognition, la métacognition et la résolution de problèmes

Selon Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b), des études récentes concordent sur une conceptualisation plurielle de l'apprentissage, qui met en jeu des processus motivants, cognitifs et affectifs en interaction étroite. Les aspects cognitifs et métacognitifs se confondent souvent car ils sont interdépendants.

Pour Berger (2015), les connaissances cognitives, c'est-à-dire la cognition, correspondent à la mobilisation des stratégies afin d'effectuer des progrès au sein de la tâche. Par exemple, un élève réalise une addition (Flavell, 1985, cité par Berger, 2015). Pendant la tâche, l'apprenant développe aussi des stratégies de surveillance de l'évolution du travail, ce sont ici des stratégies métacognitives. L'élève vérifie son addition par l'opération inverse.

Introduit pour indiquer le processus de « penser à la pensée », le concept de métacognition a, depuis lors, été élaboré et affiné, bien que la définition principale soit largement restée la même (Mevarech & Kramarski, 2014). A l'heure actuelle, la métacognition est reconnue pour avoir deux composantes principales : la connaissance de la cognition -connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles- et la régulation de la cognition -planification, suivi, contrôle et réflexion.

2.1. Qu'est-ce que la métacognition ?

Les définitions de la métacognition sont multiples dans la littérature. Ce concept n'étant pas toujours précis, il amène les chercheurs à tenter de le redéfinir, de le préciser ou de le limiter (Saint-Pierre, 1994). Nous présenterons ci-dessous l'émergence du concept et ses premières définitions dans les modèles de Flavell (1976, 1979) et celui de Brown (1978, 1987). Ensuite, nous présenterons le modèle plus récent de Berger (2015).

2.1.1. Le modèle de métacognition de Flavell

Pour Flavell (1976, cité par Saint-Pierre), la métacognition se divise en deux grandes composantes : les connaissances métacognitives (metacognitive knowledge) et l'utilisation de ces connaissances pour réaliser la gestion de ses processus mentaux (metacognitive experience). Mevarech et Kramarski (2014, p.37) nous en proposent une modélisation dans

laquelle ils ajoutent 2 composantes (Flavell, 1979) : les buts cognitifs et les stratégies cognitives.

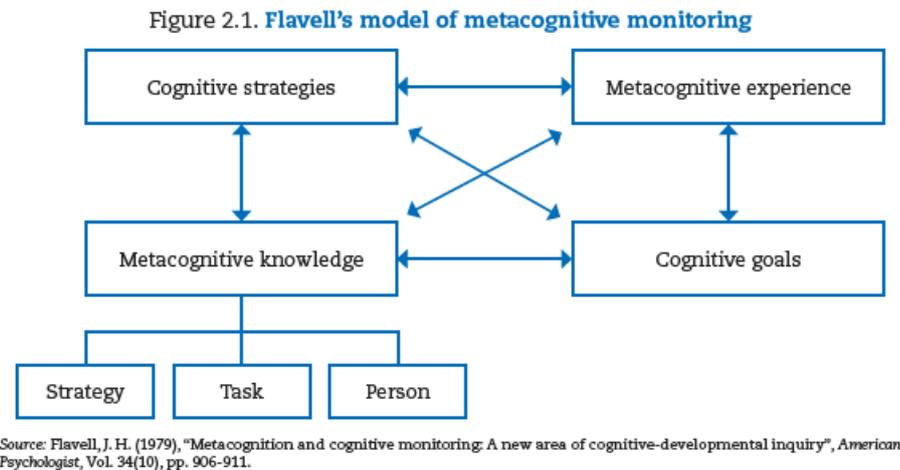


Figure 1 - Modèle de la métacognition selon Flavell

Les connaissances métacognitives

Pour Flavell, « les connaissances métacognitives sont des connaissances et des croyances au sujet des phénomènes reliés à la cognition » (Saint-Pierre, 1994, p.531). Elles se composent de 3 catégories : les stratégies, les tâches et les personnes.

- La **catégorie des stratégies** comprend l'identification des objectifs de la tâche (cognitives) et la connaissance des processus métacognitifs susceptibles d'être efficaces pour résoudre la tâche (Mevarech & Kramarski, 2014). Les premières servent à réaliser une activité cognitive (par exemple, trouver l'idée principale, refaire un calcul) ; les secondes servent à gérer cette activité cognitive (par exemple, vérifier un calcul, revenir en arrière pour relire) (Saint-Pierre, 1994).
- La **catégorie des tâches** tâches se réfère à sa connaissance et ses croyances sur la nature de la tâche donnée et ses exigences: est-ce difficile ou facile? Est-ce que cela inclut toutes les informations nécessaires pour le résoudre? (Mevarech & Kramarski, 2014) ou encore croire qu'un problème mathématique se résout nécessairement en moins de 10 minutes (Schoenfeld, 1985, cité par Saint-Pierre, 1994).
- Enfin, la **catégorie des personnes** comprend toutes les connaissances et les croyances que l'on a sur soi-même et d'autres en tant que processeurs cognitifs (Mevarech & Kramarski, 2014). Elle se décline en 3 sous-catégories détaillées par Saint-Pierre (1994) :

- Les connaissances intra-individuelles : connaissance ou croyance que nous entretenons envers nous-même comme apprenant (exemple : être conscient de mieux étudier avec des cartes mentales).
- Les connaissances interindividuelles : connaissance ou croyance que nous avons sur les autres apprenants et les comparaisons faites entre eux et nous (exemple : croire que son amie comprend mieux l'anglais que soi).
- Les connaissances universelles : connaissance ou croyance sur le fonctionnement de la pensée humaine en général (exemple : savoir que les émotions non régulées entravent l'apprentissage).

Les connaissances métacognitives, selon Flavell (1979, cité par Saint-Pierre, 1994), peuvent être activées de manière automatique et inconsciente dans la tâche en cours. Cela peut en affecter la réalisation sans nécessairement en être conscient. C'est pourquoi la connaissance métacognitive est considérée comme la principale catégorie régulant la performance cognitive par Flavell (1979, cité par Mevarech & Kramarski, 2014) car elle conduit l'individu à poursuivre la tâche ou à l'abandonner. Par exemple, juger la tâche trop difficile et douter de ses capacités à la résoudre.

Les expériences métacognitives

Flavell (1979, 1987) définit l'expérience métacognitive comme « une expérience affective ou cognitive qui accompagne l'activité intellectuelle. Une expérience affective est un sentiment ou une émotion alors qu'une expérience cognitive est plutôt une intuition liée à la tâche comme la résolution d'un problème » (Saint-Pierre, 1994, p.532). Elle se réfère aux processus conscients ou inconscients qui accompagnent le succès ou l'échec dans l'apprentissage ou la réalisation d'une tâche cognitive. Mevarech et Kramarski (2014), précisent que ces expériences se produisent à n'importe quel stade de la performance de la tâche, et peuvent ainsi influencer la performance cognitive actuelle ou future. Et Flavell d'ajouter que l'expérience métacognitive est plus plausible dans les tâches intellectuelles qui nécessitent des décisions importantes, la planification des actions et « lorsque la charge émotionnelle n'inhibe pas le cours de la pensée » (Saint-Pierre, 1994, p.533).

Les buts cognitifs

Les buts ou objectifs cognitifs, troisième composante du modèle de Flavell, se réfèrent aux objectifs réels d'un effort cognitif, tel que pouvoir résoudre un problème en plusieurs

étapes. Ils déclenchent l'utilisation de connaissances métacognitives qui, à leur tour, activent les autres éléments métacognitifs (Mevarech & Kramarski, 2014).

Les stratégies cognitives

Enfin, les stratégies ou actions cognitives correspondent à l'utilisation de techniques spécifiques qui peuvent aider à atteindre ces objectifs (Mevarech & Kramarski, 2014), par exemple se rappeler qu'une représentation d'un problème avait permis de le résoudre.

Comme suggéré dans la modélisation précédemment, les 4 composantes principales du modèle de Flavell s'influencent directement ou indirectement en surveillant et en contrôlant les fonctions cognitives (Mevarech & Kramarski, 2014). Cependant, nous savons que connaître la cognition ne garantit pas la régulation de celle-ci. Savoir comment fonctionne notre cerveau et comment contrôler les processus cognitifs n'en permet pas nécessairement une surveillance et un contrôle effectifs.

Ainsi, une décennie après que Flavell ait présenté son modèle métacognitif, Brown (1987) a proposé un nouveau modèle qui distingue la connaissance de la cognition et sa régulation.

2.1.2. Le modèle métacognitif de Brown

Bien que divisant la métacognition en 2 grandes catégories, la connaissance de la cognition et la régulation de la cognition, Brown (1987) s'appuie essentiellement sur le versant « régulation » des processus cognitifs pour construire son modèle (Quiles, 2014). Selon Brown, ces deux dimensions peuvent facilement être distinguées même si elles sont étroitement liées (Mevarech & Kramarski, 2014).

La connaissance de la cognition

Ce sont les activités qui concernent la réflexion consciente sur les capacités cognitives et les activités. C'est l'information que les gens ont sur leurs propres processus cognitifs (Mevarech & Kramarski, 2014). La connaissance implique que les apprenants peuvent prendre du recul et considérer leurs propres processus cognitifs comme des objets de pensée.

La régulation de la cognition

Ce sont les mécanismes d'autorégulation utilisés lors d'une tentative continue d'apprendre ou de résoudre des problèmes (Mevarech & Kramarski, 2014). Ces mécanismes, utilisés pour réguler et superviser l'apprentissage incluent 3 processus :

- des activités de **planification** avant d'entreprendre l'apprentissage (estimer les résultats);
- des activités de **suivi** pendant l'apprentissage (surveiller, tester, réviser...);
- des activités de **vérification** des solutions en évaluant les résultats de toute action stratégique par rapport aux critères d'efficacité et d'efficience.

Ce modèle met l'accent sur les processus exécutifs, soulignant l'importance du contrôle que les gens apportent ou ne parviennent pas à apporter à des activités cognitives.

Depuis Flavell et Brown, plusieurs chercheurs dont Efklides (2006a, cité par Berger 2015) pensent que le concept de la métacognition serait mieux représenté en utilisant trois composants. En 2015, Berger propose une adaptation de ce modèle.

2.1.3. Le modèle de Berger

Les trois composantes de la métacognition impliquent : a) les connaissances et les croyances métacognitives, b) les expériences métacognitives et c) les stratégies métacognitives (Berger, 2015, p.29). Celles-ci sont interdépendantes et en interaction les unes avec les autres et il n'est donc pas évident de les distinguer empiriquement.

Pour les expliquer, Berger (2015) s'inspire d'une adaptation de la taxonomie proposée par Pintrich, Wolters et Baxter (2000, cités par Berger, 2015).

a) Les croyances et les connaissances métacognitives

Selon Berger, dans les définitions antérieures du concept de connaissances métacognitives, il apparaît comme évident qu'il ne prend pas uniquement en compte des « connaissances formelles, validées et au sujet desquelles il existe un consensus » (Berger, 2015, p.36). Au contraire, ces connaissances métacognitives sont aussi « constituées de croyances sur la cognition, les stratégies, les tâches et soi-même ». C'est pourquoi certains auteurs ajoutent les croyances aux connaissances métacognitives.

Au niveau des croyances et connaissances métacognitives, nous pouvons distinguer, selon Berger (2015), « les 4 catégories suivantes :

- sur **la cognition en général** : en référence aux théories personnelles de la cognition. Il s'agit des universels de la cognition (théories personnelles sur la cognition, théories implicites des capacités,...).

- sur **les stratégies cognitives**. Ces stratégies sont de 3 types :

- déclaratives, sur le *quoi*, sur quels types de stratégies sont disponibles pour la mémoire, la pensée, la résolution de problèmes,...
- procédurales, sur le *comment* utiliser et mettre en œuvre différentes stratégies cognitives ;
- conditionnelles, sur le *quand* et le *pourquoi*.

- sur **les tâches et les contextes** : comment la cognition peut être influencée par les caractéristiques des tâches et des contextes.

- sur **soi en tant qu'individu pensant** : connaissances comparatives des forces et faiblesses intra-individuelles et interindividuelles comme apprenant ou individu pensant ; aussi interprétées comme croyances motivationnelles » (p.30).

b) Les expériences métacognitives (jugements et sentiments).

En 2002, Efklides (cité par Berger, 2015, p.48) distingue deux types d'expériences métacognitives : des « jugements métacognitifs », de type cognitif et des « sentiments métacognitifs », de type affectif en lien avec la tâche.

Les **jugements** sont des « évaluations ou estimations de type cognitif réalisées en lien avec la tâche : jugement de confiance, jugement de compréhension, jugement d'apprentissage, estimation des efforts nécessaires, estimation du temps nécessaire. » (Berger, 2015, p.30).

Les **sentiments** sont des « évaluations de type affectif réalisées en lien avec une tâche : un sentiment de difficulté, sentiment de familiarité, sentiment de connaître, sentiment de satisfaction, ... » (Berger, 2015, p.30).

c) Les stratégies métacognitives.

Dernière des 3 composantes de la métacognition, les stratégies métacognitives sont de type procédural et ont été présentées par Brown (1978,1987, citée par Berger, 2015). Berger (2015) considère que ces stratégies sont de trois types :

- Les **stratégies d'anticipation** qui permettent « de déterminer ce qui pourrait rendre une tâche difficile, se fixer un but pour l'apprentissage, déterminer les efforts nécessaires. » (p.31).

- Les **stratégies de planification** qui permettent d'inventorier les étapes nécessaires à la bonne résolution de la tâche, de concevoir la meilleure manière d'entamer sa résolution et de déterminer le temps nécessaire pour la résoudre.
- Les **stratégies de vérification** qui permettent de s'assurer que la résolution suit bien son cours, que l'application des stratégies donne les résultats attendus pendant et à la fin de la résolution. Ces stratégies permettent aussi de décider de la stratégie adéquate pour résoudre une tâche ou encore du meilleur moment pour changer de stratégie.

Suite à ces éclairages théoriques sur la cognition et la métacognition, nous allons maintenant nous intéresser à l'impact de celles-ci en résolution de problèmes.

2.2. Cognition et métacognition dans la résolution de problèmes

Selon Tzohar-Rozen et Kramarski (2014), les étudiants éprouvent des difficultés cognitives et métacognitives dans le domaine de la résolution de problèmes et développent des émotions négatives ainsi qu'une motivation médiocre qui entravent leurs efforts (Kramarski, Weiss & Kololshi-Minsker, 2010). A ce sujet, les auteurs (Muir, Beswick & Williamson, 2008 ; Schoenfeld, 1992, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a) soulignent le manque d'habiletés métacognitives et d'heuristiques de résolution des résolveurs novices, en comparaison aux résolveurs experts. Or, les heuristiques, définies comme des stratégies de recherche pour la résolution de problèmes, ne garantissent pas, mais augmentent significativement la probabilité de trouver une solution correcte en induisant une approche systématique de la tâche (De Corte & Verschaffel, 2005 ; Verschaffel et al., 2000). Tzohar-Rozen et Kramarski (2014) constatent que la résolution de problèmes à plusieurs étapes nécessite la coordination de multiples actions et expériences cognitives, y compris l'utilisation des connaissances existantes -telles que les faits, les définitions et les compétences- et les stratégies de résolution de problèmes -telles que l'analyse. Rappelons que les chercheurs (dont Schoenfeld, 1992, Verschaffel, Greer & De Corte, 2000, cité par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014) ont montré une activation inefficace des connaissances des élèves, non par un manque de connaissances mathématiques, mais parce qu'ils n'ont pas développé les compétences métacognitives nécessaires pour contrôler, surveiller et réfléchir sur les processus de résolution de problèmes. Par exemple, Ashcraft et Krause (2007, cités par Hanin

& Van Nieuwenhoven, 2016b) posent que l'anxiété mathématique affecte le traitement cognitif en détournant l'attention de l'élève de la tâche à accomplir, vers les soucis et les pensées négatives qui influent à leur tour sur la performance mathématique.

2.2.1. Enseigner la métacognition

La métacognition peut être enseignée aux élèves pour autant que l'enseignant sache comment s'y prendre car les enseignants ont un rôle essentiel pour promouvoir les processus cognitifs et métacognitifs de leurs élèves (Mevarech & Kramarski, 2014). Heureusement, il existe des outils qui permettent de développer la métacognition chez l'apprenant.

Mevarech et Kramarski (2014) ont listé les éléments essentiels permettant d'enseigner efficacement la métacognition aux élèves:

- L'apprentissage de la métacognition doit être inséré dans le contenu d'une matière afin d'assurer la connexion entre les connaissances antérieures et la nouvelle matière. C'est ce que nous avons mis en place en travaillant les stratégies métacognitives de résolution de problèmes mathématiques.
- Les élèves doivent être informés de l'utilité de la métacognition.
- Les élèves doivent s'entraîner régulièrement dans des activités métacognitives afin de l'utiliser afin de leur donner le temps de perfectionner l'utilisation de celle-ci.
- Les élèves doivent être guidés de manière explicite par l'enseignant.

2.2.2. Deux modèles de pédagogies métacognitives

En 2017, Frusch choisissait de s'inspirer des pédagogies métacognitives « Improve » et « Solve it ! » pour « améliorer les performances des élèves, leur motivation et leur niveau d'anxiété en résolution de problèmes. » (p.12). Notre travail s'inscrivant dans la continuité, nous utiliserons la méthode sur laquelle elle s'est appuyée. Tout d'abord, nous allons détailler la méthode Solve it ! ensuite, nous expliquerons la méthode Improve afin de mieux comprendre leur fonctionnement et les choix pour la mise en pratique dans les classes expérimentales.

Le modèle métacognitif Solve it

Après plus de 25 ans de recherches sur les compétences en résolution de problèmes, après avoir constaté que les élèves qui résolvent des problèmes de manière médiocre ne connaissent pas ou n'utilisent pas des stratégies qui soutiennent la résolution de problèmes, Montague (1985, citée par Montague, Enders, & Dietz, 2011) a découvert que les élèves doivent apprendre explicitement les processus de résolution de problèmes, cognitifs et métacognitifs. Ensuite, elle a montré comment appliquer ces processus lors de la résolution de problèmes mathématiques. Montague continue ces recherches et met au point en 2003 le projet Solve it !, une approche pédagogique conçue pour améliorer la résolution de problèmes mathématiques chez les élèves ayant des difficultés en mathématiques et les élèves ayant des difficultés d'apprentissage. Testé sur le terrain à grande échelle, dans les classes d'éducation spécialisée et générale, Solve it ! subit récemment une nouvelle version qui élargit l'approche de l'enseignement général aux classes inclusives de mathématiques. Cette nouvelle version a montré que les élèves des classes inclusives peuvent apprendre rapidement et efficacement à résoudre des problèmes mathématiques.

Le projet Solve it ! a été validé et affiné dans trois études d'intervention distinctes auprès d'élèves ayant des troubles d'apprentissage mathématique âgés de 12 à 18 ans (Montague, 1992; Montague, Applegate et Marquard, 1993; Montague et Bos, 1986). Dans ces études d'intervention, cinq leçons écrites ont été séquencées pour s'assurer que les élèves aient appris et compris les processus cognitifs et les stratégies d'autorégulation associés à une résolution efficace des problèmes de mathématiques. Les auteurs insistent sur la nécessité d'enseigner de manière explicite. Les séances doivent être structurées et organisées régulièrement. Les élèves doivent être guidés et doivent recevoir un feedback rapide sur leurs performances. L'enseignant doit user de renforcements positifs autant que possible.

Après l'intervention Solve It!, les élèves ayant des troubles d'apprentissage ont résolu des problèmes comme des élèves moyens et ont maintenu leurs performances sur une période de quatre mois. De plus, ils ont pu généraliser la routine de résolution de problèmes à des problèmes mathématiques plus complexes. Généralement, dans toutes les études, les étudiants ont continué à utiliser la stratégie et à résoudre les problèmes pendant plusieurs semaines après avoir reçu l'instruction. Après plusieurs semaines, certaines performances

des élèves ont eu tendance à diminuer; cependant, une séance de rappel consistant en un examen et une pratique a aidé ces étudiants à revenir rapidement à leur niveau de maîtrise précédent.

Fonctionnement de Solve it !

Solve it! met l'accent sur l'enseignement aux élèves de la compréhension, de la représentation et de la planification des problèmes mathématiques. Solve it! identifie les processus et les stratégies utilisés avec succès par les résolveurs de problèmes et fournit un programme pédagogique systématique, basé sur l'enseignement de stratégies cognitives, pour améliorer la performance des élèves en résolution de problèmes (Montague, 2003, citée par Montague et al., 2011).

Solve It ! aborde les processus et activités cognitifs suivants :

- Lire (lire, relire et identifier les informations pertinentes / non pertinentes)
- Paraphraser (dire le problème avec ses propres mots sans en changer le sens)
- Visualiser (transformer les informations sur les problèmes en une représentation qui montre les relations entre les parties problématiques)
- Faire des hypothèses (mettre en place un plan pour résoudre le problème en décidant du type et de l'ordre des opérations)
- Estimer (prédire le résultat en fonction de la question / du but)
- Calculer (effectuer les opérations de calcul de base nécessaires à la solution)
- Vérifier (s'assurer de la justesse des procédures et du calcul).

Ces 7 processus cognitifs correspondent à 3 stratégies d'autorégulation : dire, demander et vérifier. Le but de Solve it ! est de faire en sorte que les élèves intériorisent les processus et les stratégies cognitifs de sorte que leur utilisation devienne automatique lors de la résolution de problèmes. La grille reprenant ces 7 processus et ces 3 stratégies se trouve en annexe 8.

Ce que nous en retiendrons pour notre pratique

Lors de la découverte et de l'utilisation des procédés et des stratégies, il sera nécessaire de les rendre les plus explicites possible en insistant sur l'intérêt de leur utilisation. Il conviendra de rendre des feedback positive.

Le modèle métacognitif IMPROVE

IMPROVE est un programme de mathématiques israélien (Mevarech, 1985, OCDE, 2010) qui s'inspire des stratégies du STAD développées par Slavin (2010) littéralement « Student Team-Achievement Divisions ».

La stratégie du STAD (Slavin, 1994, cité par Slavin, 2010) est de faire travailler les élèves pour groupe hétérogène. L'enseignant commence par donner une leçon collective puis les élèves se regroupent par 4 et ils discutent de la leçon pour voir si chacun a bien compris la matière. Enfin, chacun reçoit une évaluation individuelle. L'enseignant compare les résultats du test aux résultats précédents, puis il donne à l'élève un certain nombre de points en fonction des progrès et des points pour l'équipe.

Mevarech (1985) reprend la stratégie de Slavin en accentuant « l'enseignement de compétences métacognitives, l'évaluation régulière de la maîtrise des concepts-clés et les cours de rattrapage si le nombre d'élèves en difficulté est trop élevé. » (Slavin, 2010, p.179).

IMPROVE est l'acronyme de (Mevarech & Kramarski, 1997, p.369) :

« **I**nroducing new concepts = introduction des nouveaux concepts

Metacognitive questioning = questionnement métacognitif

Practicing = mise en pratique

Reviewing and reducing difficulties = passer en revue et réduire les difficultés

Obtaining mastery = obtenir la maîtrise

Verification et **E**nrichment = vérification et enrichissement. »

Mevarech et Kramarski (1997) nous donnent les détails de la mise en place de la pédagogie métacognitive IMPROVE qui repose sur 3 composantes interdépendantes : a) des activités métacognitives, b) des interactions entre pairs et c) des feedbacks correctifs pour certains et de dépassement pour d'autres.

Mise en place de la pédagogie IMPROVE

1) Présentation d'un nouveau concept :

La nouvelle matière est présentée à la classe entière avec un système de questions métacognitives. L'enseignant modélise les stratégies à haute voix en expliquant comment elles vont aider à résoudre la tâche ; il explique comment vérifier la réponse et comment réagir si la mise en œuvre ne fonctionne pas.

2) Questionnement métacognitif

Ensuite, les élèves travaillent en groupe, ils doivent répondre à et se poser des questions métacognitives : des questions de compréhension (réfléchir sur le problème avant de la résoudre), des questions stratégiques (choisir le quoi, le pourquoi et le comment résoudre) et des questions de connexion (comparer le problème à des problèmes antérieurs pour éventuellement appliquer la même technique de résolution). Ces questions permettent aux élèves de prendre conscience de leurs processus de résolution. Chacun réfléchit et répond à la question ce qui incite à l'échange. Quand tous sont d'accord, ils écrivent la réponse complète : solution, explication mathématique et réponses aux questions métacognitives. Ce moment de discussion permet de faire des liens avec ses connaissances antérieures et de profiter des connaissances de ses pairs.

3) Mise en pratique

Dans cette partie du travail, l'enseignant se joint au groupe quelques minutes à chaque fois et il se comporte comme un des leurs. Ce qui fait que lorsque c'est son tour de résoudre, il (re)modélise l'utilisation des questions métacognitive dans la résolution. En circulant de groupe en groupe, l'enseignant écoute et observe la manière dont ça se passe ce qui lui permet de répondre aux besoins des élèves.

4) Passage en revue des difficultés

Après le travail en groupe, l'enseignant revoit les éléments essentiels de la leçon avec toute la classe. Il profite de ce moment pour parler des difficultés rencontrées dans les différents groupes.

5) Feedback correctif ou de dépassement

Quand toutes les leçons sur le même sujet sont finies, l'élève reçoit un test formatif portant sur le sujet travaillé. Les élèves n'obtenant pas la note de 80% reçoivent des activités supplémentaires pour retravailler la notion. Les élèves qui ont obtenu une meilleure note reçoivent des exercices de dépassement. Cette phase se passe à nouveau en groupe avec le système des questions mais les groupes sont à ce moment-là de niveau.

Après avoir présenté deux dispositifs d'enseignement métacognitif, nous allons aborder le lien entre la persévérance et la métacognition.

2.3. Métacognition et persévérance

Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) insistent sur la présence d'un lien positif étroit entre les stratégies cognitives et métacognitives et la persévérance (Bouchard & Viau, 2000 ; Linnenbrink, 2007). Fiedler et Beier (2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a), pour leur part, présentent la persévérance comme une condition préalable fondamentale à la performance académique. Les résultats obtenus par Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) sont encourageants : les apprenants ont manifesté de la difficulté à verbaliser leurs activités cognitives, lors du premier problème mais ils traduisent plus précisément les étapes de leur raisonnement au fur et à mesure des activités. Un des constats qui ressort est l'effet bénéfique du dispositif en termes de fréquence d'utilisation des heuristiques enseignées, de développement d'habiletés métacognitives et, de façon moins notable, d'amélioration des performances. Leurs résultats s'accordent donc avec les données recueillies en Flandre sur un public plus jeune (De Corte & Verschaffel, 2002 ; De Corte, Verschaffel & Masui, 2004 ; Verschaffel & De Corte, 1997 ; Verschaffel et al., 2000, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a). Cependant, les effets observés ne concernent que certaines heuristiques de résolution et une partie des performances.

Les réactions émotionnelles métacognitives et motivantes sont des aspects fondamentaux de l'apprentissage autorégulé, un processus non-inné nécessitant une formation systématique et explicite des étudiants (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000 Tzohar-Rozen & Kramarski (2014). Au cours des dernières années, le rôle de l'apprentissage autorégulé dans l'éducation a suscité un intérêt considérable en tant qu'élément souhaitable de l'apprentissage réussi (par exemple, Schraw, Crippen & Hartley, 2006, Zimmerman, 2000). C'est

un processus actif et constructif impliquant plusieurs composantes : cognition-métacognition, motivation-émotions et comportement. Il permet aux apprenants de déterminer leurs propres objectifs d'apprentissage et d'essayer de les surveiller, de les réguler et de les contrôler, tout en étant guidé et contraint par les objectifs et les caractéristiques contextuelles de l'environnement d'apprentissage (Pintrich, 2000). La métacognition permet aux apprenants de planifier et d'allouer des ressources d'apprentissage, de suivre leurs propres connaissances et leurs compétences et d'évaluer leurs propres niveaux d'apprentissage à différents moments lors de l'acquisition d'apprentissages.

La formation à la régulation métacognitive vise à accroître les compétences d'apprentissage en fournissant des orientations systématiques et explicites aux apprenants lorsqu'ils pensent et réfléchissent sur leurs tâches (Schraw, Crippen & Hartley, 2006, Veenman, Van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006, cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). Le manque de systématismes modifie la charge de mémoire de travail en occupant des ressources cognitives qui pourraient être consacrées à la tâche académique. Les émotions affectent également le traitement cognitif de diverses façons : elles accentuent l'attention et la mémoire; elles déclenchent des actions ; elles sont considérées comme fonctionnelles et jouent un rôle clé dans l'adaptation humaine (Zan, Brown, Evans & Hannula, 2006, cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). Et Caballero et al. (2011, p.283) d'ajouter qu'il est « important de tenter un certain saut de qualité et d'offrir des actions et des ressources spécifiques qui peuvent être mises en œuvre dans la formation initiale des enseignants dans le cadre de programmes métacognitifs qui intègrent les aspects cognitifs et affectifs » (Amato, 2004; Zembylas, 2007; Furinghetti & Morselli, 2009). C'est ici la didactique des mathématiques qui est visée. En améliorant les ressources qui peuvent être utilisées par les (futurs) enseignants, ce sont les élèves qui bénéficieront d'enseignements prenant en compte les facteurs influençant l'apprentissage, particulièrement dans le domaine des mathématiques.

Tzohar-Rozen et Kramarski (2014) ajoutent qu'il a également été constaté que les étudiants qui croient en leur propre efficacité dans l'exécution de tâches académiques utilisent plus de stratégies cognitives et métacognitives (Hoffman, 2010). Indépendamment des réalisations ou des capacités antérieures, ils travaillent plus fort, persistent plus longtemps,

et continuent leurs réalisations et leurs compétences, même en cas de difficultés, par rapport à leurs pairs (Pajares, 2008; Pugh & Bergin, 2006). Cet aspect rejoint l'idée de persévérance dont parlent Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) et donne à confirmer la nécessité de travailler sur les différents aspects cognitifs, métacognitifs et émotionnels de l'apprentissage afin d'améliorer les compétences et performances des élèves.

Ce que nous en retenons pour notre pratique

Il semble intéressant de combiner l'enseignement explicite des stratégies métacognitives de la méthode Solve It ! avec celle de la méthode IMPROVE en ce compris l'enseignement explicite et le recours au travail coopératif via un enseignement réciproque. Parallèlement, il sera important de laisser un espace de discussion permettant de partager sur les difficultés rencontrées.

De manière pragmatique, nous souhaitons faire passer l'échelle de 8 items mesurant la persévérance utilisée par Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b – annexe 4). A défaut de mesurer les stratégies métacognitives des élèves, cela nous permet d'en aborder un aspect que nous confronterons aux autres résultats. Nous reviendrons dans la méthodologie sur ce choix.

Après avoir défini la partie plus cognitive de notre recherche, c'est-à-dire la résolution de problèmes mathématiques et la métacognition, intéressons-nous aux variables affectives qui peuvent influencer les performances en classe et particulièrement dans le domaine de la résolution de problèmes. Le chapitre suivant développe le concept de motivation, les émotions liées aux motivations et aux moyens de renforcer cette variable auprès des élèves.

Chapitre 3 : La motivation, les émotions et la métacognition

Selon Viau (1994, p.7), « la motivation en contexte scolaire est un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but. ». La motivation, ou plutôt le manque de motivation ressenti, est fréquent dans les classes primaires particulièrement lors de la résolution de problèmes. Les élèves, déjà peu enclins aux mathématiques, ont tendance à montrer une diminution de motivation devant un problème. Certains, se laissant envahir par des émotions négatives et de fausses croyances, ont une réaction physique quand on annonce de prendre son livret de problème pour l'activité qui arrive : soupir, épaules voutées, recul du banc...

En réponse à ce manque de motivation, nous avons vu précédemment que le développement de stratégies métacognitives pouvait soutenir l'apprentissage et réguler les facteurs motivationnels et émotionnels freinant la réussite.

Dans ce chapitre, nous aborderons les concepts de motivation et l'impact des émotions sur celle-ci. Enfin, nous reviendrons sur les pédagogies métacognitives qui peuvent améliorer la motivation. Les théories étant multiples (expectancy-value, théorie des buts...), nous avons choisi de nous centrer sur la théorie de l'autodétermination, dans l'inscription d'une recherche de continuité avec le travail de Frusch (2017).

3.1. La motivation

La motivation détermine l'action. Selon Lafortune et Saint-Pierre (1995), nous ne pouvons agir sans motivation et si nous n'en éprouvons aucune, nous n'agissons pas. Un élève qui est motivé pense qu'il peut réussir et met tout en œuvre pour atteindre l'objectif. Il peut s'engager relativement facilement dans la tâche et peut même dépasser les exigences demandées.

Plusieurs théories ont été émises pour définir ce qu'est la motivation à apprendre (Bourgeois, 2006) car la motivation comporte de multiples dimensions. Ces théories ont longtemps balancé entre deux courants. Pour l'un, la motivation est liée à des facteurs internes sur lesquels le pédagogue n'aura qu'un effet limité. Pour l'autre, la motivation relève de facteurs externes, il suffit donc de susciter cette motivation chez l'apprenant

(Bourgeois, 2006). De cette dichotomie, un troisième courant a vu le jour : le « paradigme social cognitif » dont les 3 postulats sont : « on ne postule **pas d'effet mécanique et direct, ni de facteurs externes, ni de facteurs internes** sur la motivation. On considère plutôt que le degré de motivation d'un apprenant à s'engager dans une tâche d'apprentissage dépend avant tout d'un certain nombre de représentations mentales que l'apprenant s'est construites : représentations de lui-même, de la tâche et de la situation (p.233).

En 2002, Deci et Ryan développent une théorie s'inscrivant dans ce paradigme : la théorie de l'autodétermination qui fait figure de référence pour rendre compte des comportements d'individus dans différents contextes dont celui de l'école.

La théorie de l'autodétermination (TAD)

Selon Deci et Ryan (2008), la TAD permet d'identifier différents types de motivation pouvant varier en fonction de leur degré d'autodétermination.

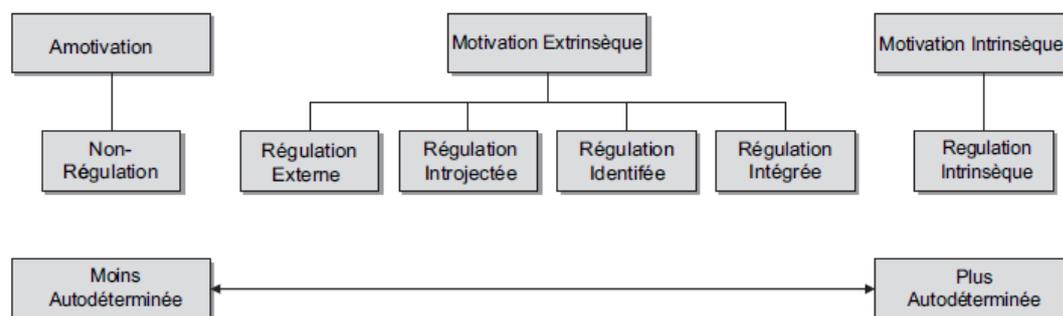


Figure 1. Les types de motivation et de régulation dans le cadre de la théorie sur l'automotivation ainsi que leur place sur le continuum de l'autodétermination relative.

Figure 2 - La TAD selon Deci et Ryan (2008)

La motivation est autodéterminée quand l'individu réalise de lui-même et par choix la tâche (Sarrazin et al., 2006). A l'inverse, la motivation est non autodéterminée quand l'activité est réalisée sous une pression interne ou externe telle que l'individu arrête dès que celle-ci diminue.

Comme évoqué sur la figure 2, la motivation intrinsèque est la forme la plus autodéterminée de la motivation. Ensuite, la motivation peut être extrinsèque, prenant la forme de 4 régulations possible. Enfin, la forme la moins autodéterminée est l'amotivation, soit l'absence de motivation. Le seuil d'autodétermination se situe entre la régulation identifiée et la régulation introjectée.

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons à 4 de ces états de motivation : la motivation intrinsèque, la régulation identifiée, la régulation externe et l'amotivation. C'est pourquoi nous les détaillerons ci-après selon l'explication de Sarrazin, Tessier et Trouilloud (2006, voir p.160 pour la définition des autres types de motivation).

La motivation autodéterminée

La **motivation intrinsèque** est présente quand l'élève s'engage dans la tâche pour le plaisir ressenti en la pratiquant, pour la sensation de maîtrise qu'il en retire ou pour la joie d'apprendre quelque chose de nouveau.

La **régulation identifiée** ou motivation extrinsèque identifiée est constatée quand l'apprenant s'engage dans une activité scolaire qu'il juge essentielle pour atteindre des objectifs personnels.

La motivation non-autodéterminée

Quand on bascule de l'autre côté du seuil d'autodétermination, les élèves font preuve d'une motivation non-autodéterminée.

La **régulation externe** a lieu quand l'élève s'engage dans activité parce qu'il s'y sent obligé (récompenses ou punitions, contraintes matérielles ou sociales).

Quand on constate une absence totale de motivation, on parle d'**amotivation** : l'élève est résigné et ne perçoit aucun lien entre ses actions et ses résultats.

Quelles sont les conséquences de ces différents types de motivation ? Le type de motivation est souvent plus important que son intensité pour prédire des résultats significatifs (Deci & Ryan, 2008). Selon la théorie de l'autodétermination, les différents types de motivation peuvent avoir des répercussions cognitives, affectives et comportementales (Frusch, 2017).

A priori, plus la motivation est autodéterminée, plus elle a des conséquences éducatives positives (Sarrazin et al., 2006). Selon Deci et Ryan (2008), la motivation autonome, c'est-à-dire la régulation identifiée, intégrée ou intrinsèque, contribue notamment à une meilleure compréhension conceptuelle, à de meilleures performances scolaires et à une plus persévérance dans les activités scolaires.

3.2. Motivation et émotions

On ne peut parler de la motivation sans prendre en compte les émotions académiques qui sont considérées par certains chercheurs (Meyer & Turner, 2006 ; Turner, Meyer & Schweinle, 2003, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) comme précurseurs de la motivation académique. Ceux-ci ont montré que le discours de l'enseignant et le climat affectif étaient étroitement liés à la motivation des élèves. Or, en 2012, Kim et Hodges (cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b), parlent du peu d'attention empirique à ce jour pour le rôle joué par les émotions académiques comme antécédents de motivation.

Pekrun et Perry (2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) proposent un modèle dans lequel la motivation académique est influencée par les émotions. Ils ajoutent que l'impact des émotions positives désactivatrices et des émotions activatrices négatives sur les réalisations est plus complexe. En effet, la désactivation peut endommager les performances immédiates tout en stimulant les efforts et en améliorant la motivation à long terme. Les émotions activatrices négatives sont, pour leur part, connues pour diminuer simultanément la motivation intrinsèque et augmenter la motivation extrinsèque. Cette hypothèse générale est, dans l'ensemble, soutenue par diverses études empiriques telles que celles menées par Govaerts (2006, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) dans lesquelles les émotions positives sont positivement liées à la performance académique et les émotions négatives corrélées aux réalisations mathématiques.

Dans cette optique, plusieurs études ont été réalisées. En 2016, Hanin et Van Nieuwenhoven ont cherché à mesurer la motivation et les émotions et à donner un aperçu du pouvoir des émotions académiques. Elles obtiennent des résultats de forte liaison entre les émotions et la motivation, renforçant les constatations de plusieurs chercheurs : « En effet, si le plaisir est supposé renforcer l'intérêt des étudiants et la motivation extrinsèque, et l'ennui les altérer, la colère peut, en même temps, favoriser la motivation intrinsèque et générer une forte motivation extrinsèque pour surmonter les obstacles » (Pekrun, 2007; Pekrun & Perry, 2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b, p.8). « Si la fierté encourage la performance scolaire et le désespoir l'altère, la honte peut, en même temps, endommager les performances immédiates et soutenir la motivation à long terme pour investir (Pekrun & Perry, 2014, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b, p.9).

On le constate, un apprentissage spécifique sur les émotions doit permettre de donner ou maintenir la motivation chez les élèves. Cependant, il est possible d'agir sur la motivation directement. Dans le paragraphe suivant, nous allons évoquer différentes manières de renforcer la motivation autodéterminée.

3.3. Renforcer la motivation, par quels moyens ?

La recherche suggère que les stratégies visant à accroître la motivation peuvent aider les élèves à améliorer les formes comportementales de motivation (Boekaerts & Niemivirta, 2000; Zeidner, 1998). Tzohar-Rozen & Kramarski (2014) ajoutent qu'il a été constaté que le soutien qui renforce la motivation de l'apprenant améliore également la participation académique et les compétences d'apprentissage (Reschly, Huebner, Appleton & Antaramian, 2008) et qu'il existe une corrélation entre l'efficacité personnelle, la motivation et les processus métacognitifs (Hoffman, 2010). En développant de nouvelles connaissances ou stratégies, l'apprenant met en œuvre des concepts, des attitudes, des idées et des compétences acquises antérieurement qui sous-tendent le comportement d'apprentissage et il les utilise pour construire une stratégie d'apprentissage.

Selon Deci et Ryan (2008), l'environnement social joue un rôle sur la motivation en satisfaisant 3 besoins psychologiques fondamentaux : besoin de compétence, besoin d'autonomie et besoin de proximité sociale. Ces besoins favorisant la motivation, il semble donc intéressant de les respecter chez nos élèves. Bourgeois (2006) nous en fait une description :

Le **besoin d'autonomie** est satisfait lorsque l'élève est acteur de son comportement, qu'il contrôle et choisit ce qu'il fait et qu'il agit de son plein gré.

Le **besoin de compétence** est favorisé quand l'élève a l'impression que l'activité est un défi mais auquel il se sent capable de répondre.

Enfin, le **besoin de proximité sociale** fait référence au sentiment d'appartenance à un groupe, au besoin d'être relié socialement aux personnes qui sont importantes pour nous.

Enfin, pour Sarrazin, Tessier et Trouilloud (2006) la motivation intrinsèque peut être diminuée ou augmentée dans certaines conditions environnementales. Pour améliorer la motivation des élèves, il faut (Fisher, 1978 ; Ryan, 1982 ; Koestner et al. 1984 ; cités par Sarrazin

et al., 2006) leur proposer des activités qui représentent un défi, leur donner des feedbacks formatifs et positifs, promouvoir des sentiments d'efficacité et de compétence et leur laisser des choix de décider par eux-mêmes.

Ce que nous en retenons pour notre pratique

C'est par son attitude permanente que l'enseignant peut soutenir la motivation intrinsèque. Il convient donc de veiller à être positif, à prendre le temps d'être explicite sur l'objectif et la nature de la tâche. Il est intéressant de garder en mémoire qu'un dispositif est censé notamment remplir le besoin de proximité sociale puisque les élèves travailleront par groupe. Il est préférable que les problèmes présentés aux apprenants soient des défis pour autant que les élèves aient reçu un enseignement de stratégies métacognitives qui devraient leur permettre de les résoudre.

Abordons maintenant l'avant dernier chapitre théorique, celui centré sur les émotions.

Chapitre 4 : Les émotions et la résolution de problèmes

Les émotions sont clairement liées à l'apprentissage. Elles peuvent aider à l'assimilation mais elles peuvent aussi « bloquer » l'apprenant face à une tâche. Dans le domaine éducatif, les émotions sont un sujet d'investigation assez récent (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) alors qu'il est évident que les domaines clés de la vie individuelle, tels que la performance académique, les relations sociales, la santé physique et le bien-être psychologique (Mikolajczak, Quoidbach, Kotsou & Nélis, 2009), ont une dimension obligatoire lors de cette approche (Govaerts, 2006; Linnenbrink, 2006; Op't Eynde, De Corte & Verschaffel, 2007; Pekrun & Perry, 2014; Pekrun, Elliot & Maier, 2009). Plusieurs chercheurs (Kim & Hodges, 2012; Op't Eynde & Turner, 2006; Pekrun & Perry, 2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) ont souligné l'interaction entre les émotions académiques, les performances académiques et la motivation. Déjà, depuis plusieurs décennies, les chercheurs ont étudié différents aspects de la motivation et de l'émotion (Bachman, 1970; Fennema & Sherman, 1976; Schoenfeld, 1989; Leder, 1982, cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). Au cours des dernières années, les chercheurs en autorégulation ont examiné la motivation et les émotions en parallèle (Artino, 2009, Duckworth, Akerman, MacGregor, Salter & Vorhaus, 2009) : observer les effets des émotions positives et négatives sur l'adoption des objectifs de réalisation, sur les processus cognitifs et les performances.

Dans ce chapitre, nous tenterons de définir les émotions, les compétences émotionnelles puis nous réaliserons un focus sur les émotions d'accomplissement dans la théorie de la valeur et du contrôle perçu de Pekrun (2006). Enfin, nous verrons comment les élèves vivent les émotions dans l'apprentissage en particulier celui de la résolution de problèmes et comment nous pouvons les aider à les réguler.

4.1. Qu'est-ce qu'une émotion ?

Ce concept semble difficile à définir. Les émotions sont un « certain type d'états mentaux plus ou moins conscients qui peuvent être caractérisées par les individus qui en sont le siège ou par ceux qui les observent en termes de valence, d'intensité, de temporalité, de focalisation, de réflexivité et de contrôlabilité » (Pons, Gimenez-Dasi, Nives Sala, Molina, Tornare & Andersen, 2015). Mikolajczak et al. (2014, p.14) définit les émotions comme un « phénomène à multiples facettes, dont certaines sont parfaitement objectivables. Parmi

ces facettes, on retrouve l'activité neuronale, l'activation physiologique, les pensées qui traversent l'esprit, les sensations corporelles, l'expression faciale, la modification de la posture, etc ».

Les émotions font (ré-)agir notre corps, notre cerveau, notre visage. Les tendances des émotions sont au nombre de cinq pour Sherer (2001, cité par Mikolajczak et al., 2014) : a) les pensées suscitées, b) les modifications biologiques, c) les tendances à l'action, d) les modifications d'expressions ou comportementales et e) l'expérience subjective. Pour Pons et al. (2015) les émotions peuvent être caractérisées par soi-même ou par un observateur en termes « de valence (plus ou moins positive ou négative, agréable...), d'intensité (plus ou moins élevée...), de temporalité (provisoire ou permanente), de focalisation (plus ou moins précise ou vague...), de réflexivité (plus ou moins tourné vers le soi, vers l'autre...) et de contrôlabilité (plus ou moins contrôlable devant les autres). » (p.118).

4.2. La compétence émotionnelle

Il est essentiel pour les élèves d'apprendre à (re)connaître les émotions car elles sont facilitateurs de l'action. Par exemple, selon Mikolajczak et al. (2014), la joie a pour fonction adaptative l'exploration ; elle est déclenchée à l'atteinte d'un objectif et le comportement qui en découle est sauter de joie ou l'envie d'explorer. Biologiquement, la joie inhibe les sentiments négatifs et accroît l'énergie, l'individu se donne plus des buts plus variés et accomplit avec plus de facilité les objectifs qu'il s'assigne. La tristesse a pour fonction la réinsertion ou la réflexion ; elle est déclenchée par l'échec ou la perte d'une personne. Biologiquement la tristesse induit un ralentissement et une baisse de motivation pour les activités de la vie quotidienne, permettant de mesurer les conséquences de la perte et de réorienter ses buts (p.19).

La compétence émotionnelle se divise en 2 grandes composantes selon Sarni (2011, citée par Pons et al., 2015 p.119) : la **compréhension des émotions** et la **régulation** de celles-ci. Ces deux composantes se définissent en 5 capacités interdépendantes : ressentir les émotions, exprimer les émotions, contrôler l'expression des émotions, réguler le ressenti des émotions, comprendre les émotions.

La **compréhension des émotions** inclut de comprendre la **nature** de celles-ci par exemple : identifier une émotion sur le visage ou dans la voix, distinguer l'apparence de la réalité

entre émotion vécue et émotion exprimée... Comprendre les émotions, c'est aussi comprendre leurs **causes** : l'impact de la situation, des désirs, des souvenirs... La compréhension des émotions nécessite également de comprendre les **conséquences** de celles-ci : l'impact sur les comportements, sur la cognition et sur les émotions elles-mêmes.

La **régulation des émotions** définie comme « la capacité, plus ou moins automatique ou consciente à utiliser les stratégies comportementales, psychologiques et sociales pour initier, maintenir ou transformer [...] des émotions, leur valence, intensité, temporalité, orientation, etc. » (Gross, 2007 ; Koole, 2009 ; Sala, Pons & Molina, 2014, Sala, Testa, Pons & Molina, 2015, cités par Pons et al., 2015, p.122). La régulation des émotions implique la connaissance de celles-ci. Les deux composantes sont liées et se travaillent en même temps.

4.3. La théorie de la valeur et du contrôle des émotions d'accomplissement

En 2006, Pekrun définit l'émotion comme un ensemble de processus coordonnés comprenant des sous-systèmes qui incluent l'affectif, la motivation et l'expression corporelle. La théorie proposée se concentre uniquement sur les émotions d'accomplissement. Ce sont celles qui sont le plus fréquemment rencontrées dans nos classes. Ces émotions sont pour lui celles liées directement aux activités d'accomplissement ou aux résultats d'accomplissement : la joie d'apprendre, la frustration face à une tâche trop difficile en sont des exemples. Selon l'objet, on distingue deux types d'émotions d'accomplissement : la première est celle des **émotions** qui sont **liées aux résultats d'un accomplissement**, la seconde est celle des **émotions liées aux activités d'accomplissement** (Pekrun et al., 2002a; Pekrun, Elliot & Maier, 2006a cités par Pekrun, 2006), ces activités d'accomplissement menant, bien entendu, à des résultats d'accomplissement. La théorie, appelée control-value theory of achievement emotions, vise à expliquer l'origine de différentes émotions d'accomplissement selon la valeur et le contrôle perçu de la tâche. Nous nous centrerons sur cet aspect de la théorie. En voici un tableau afin de mieux en saisir les différentes composantes :

Table 1 The Control-Value Theory: Basic Assumptions on Control, Values, and Achievement Emotions

Object focus	Appraisals		
	Value	Control	Emotion
Outcome/prospective	Positive (success)	High Medium Low	Anticipatory joy Hope Hopelessness
	Negative (failure)	High Medium Low	Anticipatory relief Anxiety Hopelessness
Outcome/retrospective	Positive (success)	Irrelevant Self Other	Joy Pride Gratitude
	Negative (failure)	Irrelevant Self Other	Sadness Shame Anger
Activity	Positive	High	Enjoyment
	Negative	High	Anger
	Positive/Negative	Low	Frustration
	None	High/Low	Boredom

Figure 3 - Modèle de la théorie de la valeur et du contrôle des émotions d'accomplissement selon Pekrun 2006

Les émotions d'accomplissement comprennent des **émotions anticipatives** (prospective), par exemple, la peur de rater, l'espoir de succès, et des **émotions rétrospectives** (retrospective) par exemple la fierté d'avoir réussi ou la honte d'un échec.

Deux formes d'évaluation

Pekrun (2006) estime que deux grandes formes d'évaluation sont essentielles pour expliquer les émotions d'accomplissement :

- a) le **contrôle subjectif** sur les activités d'accomplissement et leurs résultats (savoir si le succès peut être atteint ou si l'échec est évité) ;
- b) la **valeur subjective** (value) de ces activités et de leurs résultats (importance perçue du succès).

Le contrôle subjectif peut être de différents niveaux : faible, moyen ou fort, pour l'anticipation des résultats. Si la valeur de la tâche est perçue positivement mais avec un contrôle faible cela conduira l'élève à ressentir du désespoir. Si la valeur de la tâche est perçue négativement avec un niveau moyen de contrôle, cela conduira à de l'anxiété.

Le contrôle subjectif peut aussi être attribué à différentes causes : sans importance (irrelevant), soi-même ou une cause externe, pour les émotions rétrospectives. Cela peut conduire à de la fierté si le résultat de la tâche est positif grâce à soi ou à l'agressivité si l'apprenant pense que la tâche est ratée à cause d'une cause externe.

Pour résumer la théorie de Pekrun, on peut dire qu'il utilise les différentes formes d'attentes et d'attributions causales pour définir le niveau de contrôle que l'individu pense avoir sur l'anticipation des résultats ou sur le résultat rétrospectif. Ce niveau de contrôle est associé à la valeur que l'apprenant donne à la réussite ou à l'échec de la tâche ou du résultat de la tâche. C'est cette association qui explique les émotions d'accomplissement sous forme de 3 ensembles :

- 1) le premier ensemble reprend les émotions anticipatives. En fonction du contrôle que l'apprenant pense avoir sur un succès ou un échec et des moyens mis à sa disposition, il ressentira de la joie anticipée ou du désespoir.
- 2) Le deuxième ensemble concerne les émotions rétrospectives. L'apprenant se demande si c'est une cause interne ou externe qui a donné le résultat. Il ressentira alors de la joie ou de la fierté ou encore du soulagement en cas de réussite alors qu'il s'attendait à l'échec. La fierté et la honte sont ressenties quand on attribue le résultat de la tâche à soi.
- 3) Le dernier ensemble inclut les émotions liées aux activités d'accomplissement. L'apprenant juge que la tâche est réalisable tout en gardant le contrôle dessus. Une tâche jugée positive et très contrôlable conduit à un sentiment de joie intense alors qu'une tâche jugée négativement mais contrôlable peut produire un sentiment de colère.

La théorie de Pekrun (2006) est une bonne illustration de la complexité des émotions ressenties particulièrement en situation d'apprentissage. La valeur qui leur est attribuée et le contrôle que l'on pense en avoir sont des facteurs qui complexifient l'acquisition de compétences émotionnelles. Et encore, dans ce modèle que nous avons choisi de développer, Pekrun parle peu des facteurs environnementaux qui influencent les émotions. Il le fait dans le reste de son article (Pekrun, 2006) cependant dans ce chapitre, nous avons choisi de nous limiter à cet aspect, les facteurs environnementaux tels que la motivation étant développés dans les autres chapitres théoriques.

4.4. Agir sur les émotions en résolution de problèmes

Selon Tzohar-Rozen et Kramarski (2014), de nombreuses études sur les émotions et les mathématiques soulignent que cette zone mérite une attention particulière. Les études de méta-analyse évoquent que les attitudes et les émotions négatives ont des conséquences profondes. Il s'agit notamment d'éviter les mathématiques (Hembree, 1990) ; de provoquer le stress (Tobias, 1978) ; de donner un sentiment de désespoir (Verschaffel, Greer & De Corte, 2000). Les chercheurs indiquent que ces symptômes apparaissent déjà à l'école élémentaire, et culminent aux grades 5 et 6 (Pekrun, Frenzel, Götz & Perry, 2007). Pour Caballero et al. (2011), les facteurs affectifs, croyances, attitudes et émotions, influencent l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, et la résolution de problèmes en particulier. Ils ajoutent que la formation initiale des enseignants est un élément important dans le processus d'amélioration de la pratique éducative globale. Des programmes appellent au développement et à l'évaluation d'aspects liés au domaine affectif et à l'éducation émotionnelle, en valorisant les attitudes personnelles telles que la persévérance dans la recherche de solutions, la confiance dans sa capacité à arriver à la solution et une attitude positive en comparant les solutions avec leurs pairs.

Lorsque les élèves résolvent des problèmes, ils éprouvent souvent des sentiments et des émotions qui provoquent une tension dans leur recherche d'un plan pour trouver une solution. Cela peut entraîner des intérêts ou, au contraire, un blocage en raison du poids des émotions négatives déclenchant l'anxiété et ou l'abandon. En effet, certains états émotionnels éprouvés par les élèves au cours du processus de résolution de problèmes sont considérés comme indésirables (Thompson & Thompson, 1989).

Tzohar-Rozen et Kramarski (2014) ont basé leur étude sur le modèle d'autorégulation de Pintrich (2000), un modèle théorique axé sur les composantes métacognitives et motivantes de l'autorégulation chez les adultes, mais ils ont étendu ce modèle à l'aspect émotionnel de l'autorégulation tout en l'adaptant au jeune apprenant.

En 2018, Hanin et Van Nieuwenhoven conçoivent, pour des élèves de 5^e et 6^e primaire, une formation qui favorise le développement de connaissances cognitives et de compétences émotionnelles. Elles répartissent les élèves 4 conditions :

1) une condition de « cognition » recevant une intervention sur un processus de résolution de problèmes en huit étapes ; 2) une condition « d'émotion » dans laquelle les connaissances et les compétences émotionnelles ont été développées à travers diverses activités; 3) une condition « émotion et cognition » chevauchant les deux précédentes, et 4) une condition « contrôle ». Les résultats ont montré que la condition « émotion et cognition » et la condition « cognition » avaient une efficacité cognitive équivalente. Cependant, seuls les premiers ont réduit les émotions négatives, suscité l'émergence des émotions positives, favorisé l'utilisation de stratégies adaptatives de régulation des émotions et découragé l'utilisation des émotions inadéquates. (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018, p.280, traduction libre).

Dans cette recherche, Hanin et Van Nieuwenhoven reprennent les compétences de base sur lesquelles les chercheurs se sont mis d'accord pour que les élèves puissent acquérir des connaissances et des compétences émotionnelles (Goetz et al., 2005, Mikolajczak, Quoidbach, Kotsou & Nelis, 2009, Pekrun, 2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018) à savoir l'identification des émotions, la compréhension des émotions, l'expression des émotions, la régulation des émotions et l'utilisation des émotions (Mikolajczak et al., 2009). Le programme d'expérimentation conçu par Hanin et Van Nieuwenhoven (2018) vise à développer les 4 premières compétences. Ces dernières demandent la mise en place de différentes activités qui vont permettre notamment, de présenter les émotions positives et négatives, de rechercher et faire employer un vocabulaire émotionnel suffisant, de s'entraîner à exprimer une information de manière socialement acceptable (Rime, 2005, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018), d'apprendre à influencer les émotions ressenties, le moment où nous les ressentons, comment nous les exprimons (Gross, 1998, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018)...

L'étude de Hanin et Van Nieuwenhoven (2018) reprend les derniers résultats de recherches sur les émotions tels que nous les avons abordés précédemment (Pons et al., 2015 ; Mikolajczak et al., 2014 par exemple) et elle se nourrit également de la théorie de Pekrun (2006) laquelle donne des pistes pour influencer les émotions si les élèves apprennent à les contrôler et à donner une autre valeur à la tâche.

Ce que nous en retenons pour notre pratique

Afin de développer des compétences émotionnelles chez les élèves et espérer des résultats sur leurs performances en résolution de problèmes, il semble souhaitable de mettre en place un enseignement des émotions utilisant un matériel riche et varié tel que des vidéos explicatives, des jeux sur les émotions, des situations à mimer... et en rendant explicite les conséquences des émotions dans l'apprentissage des problèmes mathématiques.

Chapitre 5 : L'impact des pairs et des enseignants sur l'apprentissage

Si l'apprentissage a différentes facettes motivationnelles, émotionnelles et métacognitives, telles que nous venons de le détailler, l'impact de l'entourage de l'apprenant joue un rôle dans ses capacités à apprendre et sur ses performances. Ainsi dans ce point, nous nous attarderons sur quelques constatations liées à la manière dont les enseignants aident l'élève à apprendre et au travail coopératif avec les pairs.

Pekrun en 2014 (cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) a défini, entre autres, les émotions sociales, qui sont liées aux enseignants et aux pairs et à leurs interactions. La sympathie, l'admiration, l'envie et la colère en sont quelques exemples. Ces émotions peuvent être déclenchées par différentes sources : la tâche, le résultat de la tâche, le professeur ou les pairs. Des chercheurs (Meyer & Turner, 2006, Turner, Meyer & Schweinle, 2003, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) ont montré que le climat affectif ou le discours de l'enseignant est étroitement lié à la motivation des élèves. Watt et Vodanovich (1999, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b), pour leur part, ont constaté que l'ennui est corrélé négativement avec la participation scolaire. En ce qui concerne la prévention ou la diminution de l'ennui, Pekrun et al. (2010) affirment que « il serait important de fournir une adéquation suffisante entre les demandes de tâches et les compétences individuelles [. . .] Une combinaison idéale nécessiterait des tâches qui sont cognitives pour tous les élèves, mais qui ne dépassent pas les capacités d'un élève individuel » (p. 546, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b).

En ce qui concerne la résolution de problèmes, Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) pointent la mise en place de stratégies superficielles (Verschaffel et al., 2000) de résolution par les élèves car ils fonctionnent automatiquement sous un « contrat didactique, c'est-à-dire, le système de normes, règles et attentes implicites qui évoluent réciproquement entre l'enseignant et les élèves » (Greer, 1997, p.298). Concrètement, tout problème proposé par l'enseignant à ses élèves, est soluble. Or, comme nous l'avons abordé *supra*, l'heuristique de « construction d'une représentation du problème » avec la prise en compte du contexte de ce dernier, conditionne la réussite des phases de résolution ultérieures et donc la réussite du problème (Fagnant et al., 2003 ; Reusser, 1990 ; Thevenot et al., 2007 ; Verschaffel et al., 1999, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a). Plusieurs recherches (Barrouillet &

Camos, 2003 ; Coquin-Viennot & Moreau, 2003 ; Fagnant & Demonty, 2004 ; Verschaffel & De Corte, 1997) se sont attachés à montrer, qu'en moyenne, « ces stratégies superficielles ne sont pas mobilisées par les enfants, avant huit ans, âge qui marquerait le début de l'enculturation de l'élève dans les pratiques de classe » (Coquin-Viennot, 2001, citée par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a, p.58). Il est donc nécessaire que l'enseignant prenne en compte cet aspect et invite ses élèves à vivre des résolutions de problèmes notamment, combinées avec des activités de métacognition. Selon Fayol (2006, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b), cette familiarisation avec les concepts, par répétition fréquente d'exercices similaires, augmente la réussite des élèves et les expériences de réussite et d'échec constituent l'une des principales sources de l'auto-concept des mathématiques (Marsh et al., 2015, Parker et al., 2013). Il semble que la présence de concepts familiers soit bénéfique pour le concept de soi de l'élève. Il serait pertinent que l'enseignant entraîne ses élèves par des exercices répétés tout en les faisant réfléchir sur leur activité cognitive et métacognitive. Un enseignant encourageant l'apprenant à se concentrer sur sa propre maîtrise d'un sujet, aura des pratiques pédagogiques, des politiques et des rituels qui transmettent aux élèves que l'apprentissage est important, que tous les élèves sont appréciés, que l'effort est important et que tous peuvent réussir s'ils travaillent dur pour apprendre - en d'autres termes, l'objectif est de maîtriser le sujet (Midgley, Kaplan & Middleton, 2001; Patrick, Anderman, Ryan, Edelin & Midgley, 2001, cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). Ces derniers ajoutent qu'un moyen de soutenir l'apprentissage des élèves est de former l'enseignant à l'enseignement explicite. Dans ce type de formation, l'enseignant explique la stratégie d'apprentissage aux étudiants, soulignant sa signification et son importance (Otto, 2009; Veenman, 2007). Les élèves bénéficient le plus lorsqu'ils reçoivent des stratégies explicites (Camahalan, 2006; Kistner et al., 2010). C'est parce que, selon plusieurs auteurs (cités par Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014, dont Dignath & Büttner, 2008; Kramarski, Weiss et Kololshi-Minsker, 2010; Masui & De Corte, 2005; Perels, Gürtler & Schmitz, 2005; Van Luit & Kroesbergen, 2006, Veenman, Van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006), les compétences nécessaires à l'autorégulation ne sont pas innées et ne peuvent être acquises naturellement. L'enseignant doit aider l'élève à comprendre comment il apprend.

5.1. L'enseignement explicite

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre précédent, l'enseignement explicite, est recommandé pour la mise en place des pédagogies métacognitives. Selon Gauthier, Bissonnette et Richard (2007), plusieurs recherches portant sur l'efficacité de l'enseignement ont mis en évidence plusieurs stratégies d'enseignement répondant à ce critère. La mise en place d'activités au cours desquelles on systématise l'enseignement explicite en fait partie (Talbot, 2012). L'enseignement explicite des démarches d'apprentissage aux élèves est une pratique pédagogique qui les amène à appliquer ces démarches de façon régulière, systématique et intensive dans l'acquisition des matières de base (Bissonnette, Richard & Gauthier, 2005).

Selon Rosenshine (1986 cité par Gauthier, Mellouki, Simard, Bissonnette & Richard, 2005), l'enseignement explicite est divisé en trois étapes qui suivent un ordre chronologique :

- 1) le modelage
- 2) la pratique guidée et dirigée,
- 3) la pratique autonome ou indépendante.

Le **modelage** vise à favoriser la compréhension de l'objectif d'apprentissage par les élèves. Durant cette étape, l'enseignant tente d'obtenir un haut niveau d'attention de la part des élèves. Ensuite, par le biais de ses interventions verbales, l'enseignant rend visible les liens à effectuer entre les nouvelles connaissances et les connaissances antérieures. Il décrit, explique, multiplie et différencie raisonnements, procédures et stratégies afin d'amener chaque élève au niveau de compréhension requis. Durant cette étape, selon Lautrey (1999, cité par Gauthier et al., 2005), l'information doit être atomisée et s'intégrer dans une séquence allant du plus simple vers le plus complexe, condition à respecter pour ne pas dépasser les limites de la mémoire de travail. Selon Jobias (1983, cité par Rosenshine, 1986), une multiplication d'informations au même moment implique une demande de traitement de celles-ci trop conséquente et entraîne une submersion de la mémoire de travail. Les élèves risqueraient de s'embrouiller, de bâcler la matière ou même de ne pas la traiter. Cette technique du modelage est utilisée fréquemment afin de développer les processus métacognitifs des élèves (Lafortune & Saint-Pierre, 1993).

La deuxième étape, nommée la **pratique guidée** ou **dirigée**, permet l'ajustement et la consolidation de la compréhension dans l'action. C'est au cours de cette étape que l'enseignant s'assure de la bonne compréhension des élèves. Pour y parvenir, il propose des tâches similaires à celles effectuées durant l'étape du modelage ; tâches similaires durant lesquelles il questionne les élèves afin d'établir une rétroaction régulière. Cette étape sera renforcée, selon Palincsar et Klenk (1992, cités par Gauthier et al., 2005), par la mise en place d'un travail en équipe permettant aux élèves d'échanger leurs idées entre eux et de vérifier leur propre compréhension. Pour Rosenshine (1997, cité par Gauthier et al., 2005), c'est grâce à cette pratique guidée que les élèves pourront vérifier, consolider et approfondir leur compréhension de l'apprentissage en cours en reliant ces connaissances nouvelles à celles qu'ils possèdent déjà dans leur mémoire à long terme. Cette pratique dirigée peut être favorisée par le travail en équipe. Ce travail en équipe permettra aux élèves d'échanger leurs idées afin de vérifier leur propre compréhension. (Palincsar & Klenk, 1992, cités par Gauthier et al., 2005).

Et enfin, la troisième étape concerne la **pratique autonome** ou **indépendante** et constitue l'étape finale. Elle donne aux élèves plusieurs occasions d'apprentissage qui sont nécessaires à l'automatisation des connaissances de bases. Pour Rosenshine (1986, cité par Gauthier et al., 2005), l'enseignant ne passera à cette étape que lorsqu'il est certain que les élèves ont atteint un niveau de maîtrise élevé de la matière à apprendre.

5.1.1. Les effets de l'enseignement explicite

Ce modèle aussi appelé « Direct instruction » permet aux élèves quel que soit leur niveau (Bissonnette et al., 2005), de réaliser de meilleurs gains d'apprentissage et, ce, dans diverses disciplines dont les mathématiques (Rosenshine, 1986 cité par Gauthier et al. 2007). Selon une étude menée par Gersten et Keating (1987, cités par Bissonnette et al., 2005), il permet également aux élèves qui en ont bénéficié d'obtenir un niveau de diplôme plus élevé ainsi qu'un taux de redoublement plus faible comparativement aux élèves ayant reçu un enseignement plus traditionnel.

Cette approche, selon Adams et Engelmann, (1996, cités par Bissonnette et al., 2005), a une répercussion tant au niveau des habiletés cognitives qu'au niveau des habiletés affectives des élèves. Effectivement, selon ces auteurs, les connaissances acquises par les élèves au sein des classes permettent le développement des habiletés cognitives tandis que les

succès qu'ils y vivent augmentent leur estime de soi et leur motivation intrinsèque, points centraux autour desquels se construisent les habiletés affectives.

5.1.2. L'enseignement explicite et la résolution de problèmes.

Les élèves éprouvant des difficultés d'apprentissage ne sont généralement pas très performants en résolution de problèmes (Montague, Enders & Dietz, 2011). Souvent, selon Montague et al. (2011), il leur manque une connaissance approfondie des processus de résolution de problèmes. Il apparaît donc nécessaire de leur enseigner de façon explicite ces différents processus et de leur montrer comment les utiliser lorsqu'ils sont amenés à résoudre des problèmes. Proulx (1997) souligne ainsi l'importance d'enseigner aux élèves le processus de résolution de manière explicite et non de leur faire résoudre machinalement des problèmes. Cette façon de procéder permettra aux élèves d'intégrer les diverses étapes et stratégies qu'ils doivent mettre en œuvre dans la résolution de ce type d'exercice. De la sorte, l'apprentissage de la résolution de problèmes prendra pour eux tout son sens et ils pourront acquérir autonomie et efficacité dans leur pratique. Il est donc nécessaire qu'ils soient conscients des différentes étapes et des stratégies qu'ils utilisent dans leur démarche. En pratique, l'enseignant peut résoudre un problème devant ses élèves en verbalisant oralement l'intégralité de ses pensées permettant ainsi aux élèves de mieux voir les différentes étapes du processus de résolution et les démarches et stratégies qu'ils doivent adopter (Lafortune & Saint-Pierre, 1993).

5.2. L'enseignement réciproque

Un outil qui pourrait aider les élèves dans le domaine de la résolution de problèmes est celui de l'enseignement réciproque développé par Brown et Palincsar (1982, 1984, cité par Baudrit, 2014). Ce dispositif pédagogique est principalement utilisé dans le domaine de la lecture. A l'origine, la méthode reciprocal teaching consiste à associer un enseignant et un élève qui alternent dans la conduite d'un dialogue relatif à une partie d'un texte. Lafontaine, Terwagne et Vanhulle (2006) ont développé un dispositif précis pour un groupe de quatre élèves. Leur tâche est d'explorer, paragraphe par paragraphe, le contenu d'un texte, afin d'en dégager les informations jugées importantes. Selon Bruner (cité par Schillings, 2017), les interventions de l'adulte permettent une aide à l'élève en l'encourageant à prendre ses responsabilités dans la construction du sens. Ainsi, l'élève

peut à son tour “imiter” les attitudes observées et se les approprier pour les réinvestir dans un processus interprétatif. Il convient donc d’initier les élèves aux quatre stratégies utilisées dans l’enseignement réciproque : la prédiction, le questionnement, la clarification et le résumé. Cette initiation se fait par un enseignement explicite des stratégies. L’enseignant se veut le plus clair possible pour démontrer à ses élèves comment devenir un lecteur expert. Ces stratégies obtiennent un large consensus sur les habiletés de base les plus importantes (Lafontaine, Terwagne & Vanhulle, 2006) en stratégies de compréhension de lecture. De plus, en rendant l’enseignement plus explicite, la mise en place de ces stratégies représente un levier efficace pour l’apprentissage de tous les élèves et particulièrement ceux les plus scolairement fragiles, les plus dépendants de l’action du maître. En les aidant à développer un contrôle interne de leur propre compréhension, en les amenant à gérer leur compréhension (Schillings, 2017), les élèves sont amenés à développer une expertise de leur lecture. Selon le continuum de variation du niveau de soutien pédagogique (Gauthier et al., 2013, p.38, cité par Schillings, 2017), il s’agit de trouver un équilibre dans le pilotage et la régulation des apprentissages. Avant de modéliser les quatre stratégies, l’enseignant informe explicitement les apprenants que celles-ci vont les aider à assurer la compréhension de textes informatifs, à devenir des lecteurs plus experts. On s’interroge également sur les connaissances procédurales (métacognition) qui peuvent aider à comprendre comment s’y prendre. Nous pourrions ajouter que le but de l’enseignement réciproque est de permettre un apprentissage entre pairs de manière autonome. Pour atteindre cette autonomie, l’enseignant doit d’abord diriger l’apprentissage et le rendre explicite. En trouvant l’équilibre entre apprentissage dirigé et apprentissage autonome, l’enseignant permet à l’apprenant de bénéficier d’un enseignement adapté et augmente ses capacités de lecteur expert.

Apports de l’enseignement réciproque

Enfin, une série d’études de recherches a trouvé une relation appréciable entre les résultats cognitifs et affectifs, et les approches d’apprentissage coopératif (Johnson & Johnson, 2005; Tran & Lewis, 2012a; Tran & Lewis, 2012b, cités par Tran, 2014). En comparaison avec les techniques d’apprentissage coopératif, l’enseignement ex-cathedra est moins efficace pour les résultats cognitifs et affectifs (Slavin, 2011, cité par Tran, 2014). Le travail entre pairs a été signalé pour améliorer le rendement des élèves et leur conservation des connaissances

(Johnson & Johnson, 2009). Pour coordonner les efforts, pour atteindre les objectifs communs, les participants doivent: (a) apprendre à se connaître et à se faire confiance; (b) communiquer avec précision et sans ambiguïté; (c) s'accepter et se soutenir mutuellement; et (d) résoudre les conflits de manière constructive (Johnson & Johnson, 2009, cités par Tran, 2014). On retrouve ici la gestion des émotions, notamment les émotions sociales (Pekrun, 2014) et la nécessité de vivre des activités métacognitives afin, pour l'apprenant, de comprendre le « quoi », le cognitif, ce qu'il apprend et le « comment », le métacognitif, la manière dont il apprend. À tous les niveaux d'éducation, les étudiants en situation coopérative ont obtenu de meilleurs bénéfices scolaires, sociaux et psychologiques (Johnson & Johnson, 2005). Plus précisément, l'apprentissage coopératif a été signalé pour améliorer le rendement scolaire des élèves (Beck & Chizhik, 2008; Sousa, 2006; Zain, Subramaniam, Rashid & Ghani, 2009, cités par Tran, 2014).

Ce que nous en retenons pour notre pratique

Frusch a mis en place un enseignement explicite et un apprentissage coopératif, dans une recherche de continuité, il sera intéressant de mettre en place un enseignement explicite des stratégies métacognitives de résolution de problèmes combiné à un enseignement réciproque avec l'utilisation des 8 stratégies métacognitives de résolution de problèmes. Il conviendra d'expliquer ce qu'est l'enseignement réciproque et ses avantages ainsi que de répartir les rôles entre élèves (voir leçon détaillée en annexe 7).

Il faudra garder une vigilance quant au niveau d'explicit aussi bien pour la modélisation des stratégies que pour la mise en place de l'enseignement réciproque, en passant par exemple dans les groupes un à un afin de guider leur réflexion et leur travail, les autres groupes travaillant en autonomie. Cela permettra de soutenir l'apprentissage entre pratique dirigée et pratique autonome.

Chapitre 6 : Problématique, question de recherche et hypothèses

6.1. Problématique et question de recherche

Comme évoqué dans l'introduction, les résultats aux épreuves externes en mathématiques pointent des faiblesses auprès de nos élèves de la Fédération Wallonie-Bruxelles. Selon différentes études (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a ; Verschaffel et al., 2000, notamment), la **résolution de problèmes** donne particulièrement des difficultés à nos élèves dans le fondamental comme dans le secondaire. Plusieurs didacticiens cherchent des solutions pour aider les élèves ; Houdement (2014) propose notamment d'aider les élèves à construire de nouvelles stratégies en se basant sur leurs expériences antérieures.

Selon Hanin et Van Nieuwenhoven (2016b), les facteurs motivationnels ont un rôle conjoint avec les facteurs affectifs et cognitifs dans les mathématiques. En 2002, Deci et Ryan identifient différents types de **motivation** pouvant varier en fonction de leur degré d'autodétermination ; c'est la théorie de l'autodétermination. La motivation intrinsèque peut être renforcée par des émotions positives désactivatrices (Pekrun & Perry, 2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) ou par le respect des besoins psychologiques fondamentaux : compétence, autonomie et proximité sociale (Deci & Ryan, 2008). Selon Mevarech et Kramarski (2008), la motivation intrinsèque peut également être augmentée par l'utilisation de la métacognition qui, par ailleurs, donne aux élèves des moyens d'améliorer leurs performances mathématiques. Or, les élèves qui éprouvent des difficultés cognitives et métacognitives dans le domaine des mathématiques développent des émotions négatives et une motivation inférieure qui entravent leurs efforts (Kramarski, Weiss & Kololshi-Minsker, 2010, cités par Tzohar & Kramarski, 2014). Pour rappel, Hanin & Van Nieuwenhoven (2016a) insistent sur la présence d'un lien positif étroit entre les stratégies cognitives et métacognitives et la **persévérance** (Bouchard & Viau, 2000 ; Linnenbrink, 2007).

La **métacognition** peut s'enseigner aux élèves de manière explicite ; elle est plus efficace si elle est incorporée dans une matière, si elle est enseignée dans une formation prolongée et si les élèves sont informés des bénéfices de l'utilisation de celle-ci (Mevarech & Kramarski, 2014).

Comme nous l'avons montré, **l'enseignement explicite** facilite l'apprentissage des stratégies cognitives et métacognitives par les élèves (Gauthier et al., 2005) en mathématiques.

Dans ce travail, le moyen utilisé par l'enseignant est l'enseignement explicite mais celui développé par les élèves est **l'enseignement réciproque**. Vécu par groupe de quatre ou cinq élèves, l'enseignement réciproque consiste en l'utilisation de stratégies qui aident à faire des liens avec les connaissances antérieures, à activer les connaissances de base et à concentrer l'attention sur les informations pertinentes du texte (Palincsar & Brown, 1984).

Notons que, van Garderen (2004) évoque des préoccupations d'une enseignante face aux résultats de ses élèves en résolution de problèmes. Elle teste une version modifiée de l'enseignement réciproque appliquée à la compréhension des problèmes mathématiques. Au cours d'un enseignement réciproque sur les problèmes, un élève du groupe a le rôle de leader. Pour toutes les étapes, il dirige le reste du groupe : faire lire, demander si des mots ou phrases doivent être clarifiés, faire fournir la signification, utiliser des questions pour identifier les parties clés du problème, résumer l'objectif, guider le groupe dans l'élaboration d'un plan, répertorier les étapes et opérations nécessaires pour la résolution. Une fois le plan vérifié, le problème est résolu. Résoudre le problème peut être fait individuellement ou en coopération. Ensuite, un nouveau leader est sélectionné pour faciliter la résolution du problème suivant. Afin d'améliorer l'enseignement réciproque, Pressley (2002) propose entre autres, d'identifier clairement le but de l'enseignement réciproque, d'expliquer pourquoi chaque stratégie est importante et de faire modéliser l'utilisation des stratégies par l'enseignant. Ces conseils rejoignent l'idée de l'enseignement explicite.

C'est pour ces raisons théoriques que nous avons mis en place un enseignement explicite de l'enseignement réciproque sur l'utilisation de stratégies métacognitives de résolution de problèmes mathématiques. L'enseignement réciproque permet aux élèves à travers un rôle de mini-enseignant de participer activement à la résolution d'un problème mathématique, tout en bénéficiant des conseils de ses partenaires. Les **stratégies métacognitives** choisies, inspirées des méthodes Solve it et Improve (Mevarech & Kramarski, 1997, cités par Frusch, 2017) sont au nombre de 8. Nous ne souhaitons pas qu'un élève dirige

seul toute la résolution d'un problème. Chaque élève mène l'application d'une stratégie à tour de rôle.

La contextualisation de notre problématique ne serait pas complète si nous ne parlions des **émotions**. Dans le cadrage théorique, ont été présentés les effets des émotions sur l'apprentissage. Assez récemment, les recherches se sont penchées sur les émotions et leurs effets sur l'apprentissage. Pekrun et ses collègues ont mis en évidence deux facteurs motivationnels qui influencent les émotions académiques (Govaerts & Grégoire, 2006) : la perception par l'apprenant de son efficacité et la valeur qu'il attribue à la tâche. Lorsque il se perçoit efficace ou qu'il attribue une haute valeur à la tâche, l'élève éprouve moins d'émotions négatives et davantage de positives. Cette relation complexe entre la motivation et les émotions se doit d'être travaillée car il semblerait que cela permette d'améliorer la performance des élèves.

C'est pourquoi, nous avons choisi de combiner un travail sur les émotions à l'enseignement réciproque de stratégies métacognitives pour espérer augmenter les performances des élèves en résolution de problèmes mathématiques. La question de recherche de ce travail est ainsi formulée : « **Quel est l'impact d'un enseignement réciproque de stratégies métacognitives sur les performances en résolution de problèmes mathématiques, sur la persévérance, la motivation et sur les émotions ?** ».

Par conséquent, nous nous demanderons quel sera l'impact d'un enseignement réciproque de stratégies métacognitives combiné à un travail sur les émotions sur les élèves. Nous mettrons en place cette combinaison dans une classe d'élèves de 10 à 12 ans. Nous comparerons ce dispositif avec une classe de même niveau, pratiquant l'enseignement réciproque mais n'ayant pas d'enseignement émotionnel. Ces deux classes expérimentales seront comparées à deux classes contrôles ne recevant aucun de ces dispositifs d'enseignement.

Pour assurer une continuité avec le travail de Frusch (2017), nous avons repris tous les problèmes qu'elle a utilisés et le même test sur la motivation, mais nous n'avons pas souhaité évaluer les habitudes de mobilisation de stratégies métacognitives des élèves parce que ses résultats n'étaient pas sur l'utilisation des stratégies n'étaient pas concluant « les stratégies liées au contrôle métacognitif restent complexes à utiliser efficacement par

les élèves » (p.71). De plus, nous souhaitons nous centrer sur les émotions et il est difficile pour les élèves de répondre à de nombreuses échelles avec la même concentration.

Notre recherche se penche spécifiquement sur les émotions. Il n'était donc pas intéressant d'évaluer l'anxiété comme Frusch l'avait fait. Nous avons des émotions qui s'en rapprochent comme la nervosité ou l'inquiétude.

Nous avons choisi d'évaluer les progrès en persévérance celle-ci étant corrélée à la métacognition. Enfin, notre dispositif est axé sur l'enseignement réciproque, qui est une autre forme de travail coopératif, et sur les émotions.

Les hypothèses qui découlent de cette question sont détaillées ci-dessous. Nous essaierons d'y trouver des éléments de réponse dans les questionnaires et les tests cognitifs. Nous espérons montrer que l'enseignement explicite de stratégies métacognitives mis en place dans un enseignement réciproque aura un impact positif sur les classes expérimentales avec de meilleures performances de résolution de problèmes mathématiques, plus de signes de persévérance face aux problèmes, moins d'émotions négatives ressenties et plus de motivation autodéterminée que dans les classes contrôles. Nous espérons également que l'apprentissage émotionnel diminuera de manière significative les émotions entravant l'apprentissage dans la classe expérimentale Stratégie-Réciproque-Emotions (SRE) par rapport aux classes expérimentale Stratégies-Réciproque (SR) et contrôles (C) et que cet apprentissage aura un impact sur la motivation, la persévérance et les performances.

6.2. Hypothèses

Hypothèse 1. Au niveau des performances de résolution de problèmes mathématiques

Hypothèse 1a. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes, progresseront davantage que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains aux post-tests cognitifs des classes expérimentales seront plus élevés que ceux des classes contrôles.**

Hypothèse 1b. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, progresseront davantage que les élèves n'en ayant

pas bénéficié soit **les gains aux post-tests cognitifs de la classe expérimentale Stratégies-Réciproque-Emotions seront plus élevés que ceux des trois autres classes.**

Hypothèse 1c. Les élèves, quel que soit leur niveau de départ, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes bénéficieront de ces enseignements soit **tous les élèves, faibles, moyens ou forts, des classes expérimentales augmenteront leurs performances de résolution de problèmes dans les post-tests cognitifs.**

Hypothèse 1d. Les élèves, quel que soit leur niveau de départ, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, bénéficieront plus de ces enseignements que les élèves de la classe expérimentale Stratégie-Réciproque soit **tous les élèves, faibles, moyens ou forts, de la classe expérimentale SRE progresseront davantage dans les tests cognitifs que ceux de la classe SR.**

Hypothèse 2. Au niveau de la persévérance

Hypothèse 2a. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes, présenteront davantage de signes de persévérance que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire de persévérance des classes expérimentales seront plus élevés que ceux des classes contrôles.**

Hypothèse 2b. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, présenteront davantage de signes de persévérance que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire de persévérance de la classe expérimentale SRE seront plus élevés que ceux des trois autres classes.**

Hypothèse 3. Au niveau de la motivation

Hypothèse 3a. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes, feront preuve de plus de motivation autodéterminée que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire sur la motivation autodéterminée seront plus élevés dans les classes expérimentales que dans les classes contrôles.**

Hypothèse 3b. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, feront preuve de plus de motivation autodéterminée que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire sur la motivation autodéterminée seront plus élevés dans la classe expérimentale SRE que dans les trois autres classes.**

Hypothèse 3c. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes, feront preuve de moins de motivation non-autodéterminée que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire sur la motivation non-autodéterminée seront moins élevés dans les classes expérimentales que dans les classes contrôles.**

Hypothèse 3d. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, feront preuve de moins de motivation non-autodéterminée que les élèves n'en ayant pas bénéficié soit **les gains au questionnaire sur la motivation non-autodéterminée seront moins élevés dans la classe expérimentale SRE que dans les trois autres classes.**

Hypothèse 4. Au niveau des émotions

Hypothèse 4a. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, ressentiront plus d'émotions positives que les élèves n'ayant pas bénéficié de cette approche soit **les gains au questionnaire sur les émotions présenteront une hausse des émotions positives ressenties dans la classe expérimentale SRE par rapport aux trois autres classes.**

Hypothèse 4b. Les élèves, ayant reçu un enseignement explicite de stratégies métacognitives et utilisant l'enseignement réciproque pour résoudre les problèmes couplé à un apprentissage sur les émotions, ressentiront moins d'émotions négatives que les élèves n'ayant pas bénéficié de cette approche soit **les gains au questionnaire sur les émotions présenteront une diminution plus importante des émotions négatives dans la classe expérimentale SRE par rapport aux trois autres classes.**

Chapitre 7 : Dispositif méthodologique

Nous commencerons par décrire la population et les échantillons concernés par cette recherche. Ensuite, nous développerons la méthode : plan d'action et interventions dans les classes. Enfin, nous présenterons le système d'analyse des tests et des échelles.

7.1. Description de la population et des échantillons concernés

Trois classes sont concernées dans ce travail. La première est une classe d'expérimentation (Stratégies-Réciproque → classe SR) dans laquelle nous avons implémenté l'utilisation de huit stratégies cognitives et métacognitives de résolution de problèmes via un enseignement réciproque. La deuxième classe, expérimentale (Stratégies-Réciproque-Emotion → classe SRE), a reçu le même enseignement des résolutions via l'enseignement réciproque mais également des leçons sur les émotions. Nous nous sommes inscrite dans la logique des travaux de Hanin et Van Nieuwenhoven (2018) et les connaissances et les compétences émotionnelles ont été développées à travers diverses activités. La troisième et la quatrième classes étaient des classes contrôle (classes C). Elles ont reçu les mêmes problèmes à résoudre dans le même laps de temps à savoir pendant cinq semaines. Il a été demandé à l'enseignant de la classe contrôle de ne pas aborder les problèmes dans des travaux de groupe ni par paire. Ils ont travaillé de manière plus traditionnelle : résolution individuelle du problème puis correction collective. Les quatre enseignants ont accepté de ne pas résoudre d'autres problèmes pendant la mise en place du dispositif.

La classe SR se compose de 28 élèves de 5^e année primaire.

La classe SRE se compose de 17 élèves de 5^e et 6^e année primaire. Deux de ses élèves sont des primo-arrivantes et ne parlent pas la langue enseignée. Elles ne peuvent en comprendre l'écrit non plus et ont été retirées de l'échantillon.

La classe Contrôle 1 se compose de 13 élèves de 6^e année. Enfin, la classe Contrôle 2 se compose de 17 élèves de 5^e et 6^e année. Les deux classes contrôles possèdent également un élève primo-arrivant qui ne maîtrise ni la lecture ni le parler de la langue enseignée. Ils ont été retirés de l'échantillon.

Notre échantillon comporte des élèves de 5^e et de 6^e année et notre expérimentation Stratégies-Réciproque a lieu uniquement avec des élèves de 5^e. Nous pensons que les

problèmes et les expérimentations proposés sont tout-à-fait adaptés au cycle 4. Les problèmes donnés ne nécessitent pas la maîtrise d'une matière mathématique qui serait enseignée uniquement en 5^e ou en 6^e année primaire. Comme nous le verrons au point 7.3.1, deux de ces problèmes sont adaptés aux élèves de 5^e année. Nous conserverons tout de même un regard prudent sur les résultats obtenus.

Echantillon final :

	5 ^e année		6 ^e année		Total
	filles	garçons	filles	garçons	
Classe SR	20	8	/	/	28
Classe SRE	3	3	4	5	15
Classe contrôle 1	/	/	6	6	12
Classe contrôle 2	4	6	3	3	16
Total :	27	17	13	14	71

Tableau 1 - Echantillon final

Les quatre classes ayant participé à cette recherche sont des classes du cycle 4 c'est-à-dire de 5^e et 6^e année primaire appartenant au même réseau d'enseignement et ayant chacune un indice socio-économique de niveau 20. Elles ont été choisies pour leur indice socio-économique identique et parce qu'elles acceptaient de mettre leur classe à la disposition du chercheur. Dans les 4 classes, la chercheuse a fait passer les pré et post-tests elle-même. Dans les classes expérimentales, c'est la chercheuse qui a implémenté le dispositif d'enseignement réciproque, d'utilisation de stratégies métacognitives et de gestion des émotions. Les problèmes traités dans les trois classes de notre échantillon sont strictement identiques.

7.2. Méthodologie

7.2.1. Plan d'action

Le tableau ci-après donne une vision du dispositif mis en place au sein des classes. Celui-ci s'est déroulé sur 5 semaines. Les différentes interventions sont détaillées *infra* en annexes 7 et 9.

	<u>Classe expérimentale 1 (SR)</u>	<u>Classe expérimentale 2 (SRE)</u>	<u>Classes contrôle (C)</u>
Nombre de classe	1	1	2
Prétests → cognitif → échelles	Problèmes 1a à 4a (annexe 1) de sources différentes Émotions (échelle de Likert 1 à 5 – annexe 5) Motivation (échelle de Likert 1 à 7 – annexe 3) Persévérance (échelle de Likert 1 à 4 – annexe 4)		
Classement des élèves	Selon les résultats du prétest cognitif, les élèves sont répartis par groupe de 4 en y mélangeant des élèves faibles, moyens et forts.		
Intervention	1 séance Enseignement explicite des 8 stratégies métacognitives de résolutions de problèmes (problème 5) - Annexe 6		Problèmes 5 à 9 Pas de travail de groupe Selon la méthode de l'enseignant
Intervention	1 séance Mise en place de l'enseignement réciproque des 8 stratégies par groupes de 4 (problème 6) annexe 7 2 séances Résolution à l'aide de l'enseignement réciproque et des stratégies métacognitives (Problèmes 7 à 9)	1 séance Travail sur les émotions (pwt + vidéo – annexe 9) : présentation générale Mise en place de l'enseignement réciproque des 8 stratégies par groupes de 4 (problème 6) 1 séance Travail sur les émotions (jeu de cartes) : reconnaître les émotions sur le visage de personnes Enseignement réciproque par gr de 4 (problème 7) 1 séance Travail sur les émotions (jeu de cartes) : mimer des émotions. Exprimer ce que l'on ressent sur des situations fictives. Enseignement réciproque par groupe de 4 (problème 8) 1 séance Travail sur les émotions (carnet individuel – annexe 10) : lecture collective et discussion avant réponse personnelle. Enseignement réciproque par groupe de 4 (problème 9) 1 séance Travail sur les émotions (carte mentale) qui synthétise ce qui a été découvert pour chaque émotion	

Correction et réajustement	Après chaque problème résolu en groupe, il y a une phase de correction collective lors de laquelle nous vérifions le travail de chaque groupe. Nous discutons aussi sur le rôle de chacun pendant l'enseignement réciproque et levons les freins éventuellement rencontrés.	Correction collective avec l'enseignant
Post-tests → cognitif → échelles	Problèmes 1b à 4b Émotions Motivation Persévérance	

Tableau 2 - Plan d'action

7.2.2. Interventions dans les classes expérimentales

Séance 1 : Enseignement explicite des 8 stratégies métacognitives de résolution de problèmes

La préparation de leçon de l'enseignement explicite détaillée étape par étape se trouve en annexe 6. La première séance d'intervention dans les classes expérimentales consiste en un enseignement explicite des 8 stratégies cognitives et métacognitives de résolution de problème. Pour rappel, cet outil est inspiré des pédagogies métacognitives « Solve It » et « Improve ». Nous en avons repris l'adaptation de Frusch (2017) (voir annexe 8).

La chercheuse explicite d'abord les 8 étapes une à une. Elle questionne les élèves sur leurs habitudes de résolution. Elle part ainsi de ce qu'ils mettent déjà en pratique et attire l'attention sur les phases « nouvelles » qui pourront les aider. Pour chaque étape, il y a une phase de réalisation, une phase de questionnement et une de vérification. C'est là que la métacognition entre en jeu.

Après avoir explicité toutes les étapes, la chercheuse les modélise sur la résolution collective d'un problème. La chercheuse incite les élèves à réaliser les différentes étapes avec elle tout en réfléchissant à ce qu'ils font.

Cette leçon est un des moments-clé pour lutter contre les croyances des élèves. Pour rappel, Báez (2007, cité par Caballero et al., 2011), dans une synthèse des résultats de diverses recherches (Schoenfeld, 1992; Mtetwa & Garofalo, 1989; Stodolsky, Salk & Glaessner, 1991), donne une liste détaillée des croyances de l'élève sur la résolution de problèmes mathématiques, y compris:

- Les problèmes mathématiques ont une seule réponse correcte.
- Il n'y a qu'un seul moyen de résoudre tout problème de mathématiques.
- Les mathématiques sont une activité solitaire que les élèves ne comprennent généralement pas - ils la mémorisent et l'appliquent mécaniquement.
- Quelqu'un qui comprend très bien les mathématiques est capable de résoudre un problème en cinq minutes ou moins.
- Les mathématiques apprises à l'école ont peu d'application au monde réel.

Chaque fois que cela est possible, la chercheuse montre aux élèves qu'il peut y avoir différents chemins pour arriver à la solution d'un problème, différentes façons de le

représenter, différentes estimations... Elle profite aussi des réflexions des élèves pour montrer que l'on peut réfléchir au problème, à la manière de le résoudre et que tous peuvent y arriver. Elle fait des liens avec la vie réelle des élèves.

Séance 2 : Mise en place de l'enseignement réciproque par groupe de 4 (annexe 7)

Durant cette phase, la chercheuse explique ce qu'est l'enseignement réciproque. A la base conçu pour aider à résoudre des difficultés de compréhension en lecture, il a été adapté pour ce travail avec les stratégies de résolution de problèmes. On y retrouve en parallèle les stratégies de questionnement, de clarification et le résumé. Les élèves vont être répartis dans des groupes de 4 et devront appliquer les étapes de stratégies chacun à leur tour sur le problème à résoudre. Chacun est considéré comme un mini-enseignant. C'est lui qui guide le groupe pour l'étape dont il est responsable. Ainsi, chaque membre du groupe dirigera 2 étapes sur 8 passant par les phases de réalisation, de questionnement et de vérification.

Afin de s'assurer que les élèves suivent bien les différentes étapes pour résoudre le problème, celles-ci sont fournies à chaque groupe (annexe). La chercheuse insiste sur le besoin de gérer chacun son tour une étape et de se mettre d'accord en groupe sur les différentes phases de réalisation.

Pendant la réalisation du problème, la chercheuse passe dans les groupes afin d'aider à préciser le rôle de chacun. Les problèmes sont présentés avec un espace de travail qui permet de réaliser les étapes en détail si nécessaire.

Un moment de mise en commun est prévu afin de vérifier la qualité du travail réalisé. Les élèves peuvent exprimer les difficultés qu'ils ont ressenties au niveau de la résolution du problème mais également pour parler des rôles dans le groupe. Ces discussions permettent de montrer d'autres représentations du problème (telles que demandées à l'étape 4 des stratégies – annexe 8). C'est le moment idéal pour donner des explications supplémentaires sur les problèmes.

Séances 3 et 4: Utiliser l'enseignement réciproque pour résoudre des problèmes

Il s'agit de résoudre les problèmes 7 à 9 avec la même structure : un groupe de quatre élèves utilise l'enseignement réciproque pour réaliser les étapes des stratégies métacognitives.

A la fin de chaque résolution, une mise en commun et une correction collective ont toujours lieu.

7.2.3. Dans la classe expérimentale Stratégie-Réciproque-Emotions

Avant chaque séance de résolution de problèmes, la classe expérimentale SRE vit une séance sur les émotions.

Séance 1 : Présentation générale des émotions (annexe 9) :

Pour ce travail sur les émotions, nous nous sommes particulièrement inspirés des interventions de Hanin et Van Nieuwenhoven (2018) et du chapitre sur la compréhension et la régulation des émotions à l'école de Pons, Giménez-Dasi, Nives Sala, Molina, Tornare et Andersen (2015).

Dans un powerpoint, la chercheuse présente les émotions : la définition, les tendances, comment vivre avec, les identifier, les comprendre, les exprimer... Ce powerpoint s'accompagne d'une vidéo qui démontre comment fonctionne les émotions au niveau du cerveau. La dernière slide présente les émotions les plus fréquemment ressenties lors de la résolution de problèmes mathématiques d'après les récentes recherches.

Cette première séance est une amorce du travail sur les émotions qui suivra.

Séance 2 : Jeu de cartes

Le but de ce jeu est d'identifier les émotions les plus fréquemment vécues. Les élèves sont répartis au hasard dans des groupes de 4 à 5 et jouent à divers jeux : placer l'émotion et son nom côte à côte, retrouver deux visages exprimant la même émotion...

Séance 3 : Jeu de cartes

Il s'agit cette fois-ci de mimer des émotions pour un joueur tandis que les autres cherchent à identifier l'émotion sur le visage de leur camarade. Ensuite, face à des situations fictives, chacun exprime l'émotion ressentie s'il la vivait.

Séance 4 : Carnet individuel (annexe 10)

La chercheuse a réalisé un carnet individuel sur les émotions. Nous en faisons la lecture collective et une discussion avant réponse personnelle.

Séance 5 : Carte mentale

A la fin des différentes séances sur les émotions et après avoir réalisé tous les problèmes mathématiques en groupe de 4, les élèves sont amenés à réaliser une carte mentale qui synthétise ce qui a été découvert pour chaque émotion.

7.3. Présentation du système d'analyse des différents tests et échelles

Les élèves des 4 classes concernées dans ce mémoire ont passé des prétests et des post-tests identiques. Au niveau cognitif, quatre tests (annexe 1) portent sur la résolution de problèmes mathématiques. Trois échelles accompagnaient ces tests cognitifs : l'une sur les émotions, une autre sur la motivation et la troisième mesure la persévérance. Lors du pré et du post-test, les élèves ont résolu un problème puis ils ont complété une échelle. Ils pouvaient ainsi répondre aux échelles dans une simulation la plus proche possible d'une activité de résolution de problèmes mathématiques.

7.3.1. Les prétests et post-tests cognitifs

Ces tests permettent de répondre aux hypothèses 1. Le premier problème du prétest est issu du guide méthodologique « Résoudre des problèmes : pas de problèmes ! (Fagnant & Demonty, 2012) ». Le deuxième provient des évaluations externes non-certificatives (2014) pour les élèves de 5^e année primaire de la FWB. Les deux derniers problèmes sont repris du CEB de 2013.

Pour le post-test, nous avons repris ceux de Frusch (2017) ; ils sont parallèles à ceux du prétest. Cela permet de comparer les résultats des élèves pour déterminer s'il y a eu un impact positif sur leurs performances.

Les problèmes sont corrigés selon la grille de correction de Julie Frusch (annexe 2). Elle-même s'est inspirée des grilles utilisées lors de la correction des CEB. Y apparaissent différents critères qui permettent de ne pas tenir compte uniquement du résultat final :

- Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations
- Utilisation des outils mathématiques
- Communication de la réponse

L'utilisation de la calculatrice était autorisée pour tous les problèmes afin de ne pas pénaliser l'élève par une erreur de calcul.

7.3.2. Les échelles

Différentes échelles sont utilisées avant et après la mise en place du dispositif.

7.3.3. L'échelle mesurant la persévérance

Cette échelle permet de répondre aux hypothèses 2. Ce questionnaire permet de mesurer la persévérance au travers de 8 items (annexe 4). Ces derniers sont inspirés de l'échelle de persévérance de l'« Attitude Toward Mathematics Survey », (Fredricks & McColskey, 2012) et ont été traduits en français et adaptés par Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) au contexte de la résolution de problèmes mathématiques. Ces chercheuses ont proposé le questionnaire de persévérance plusieurs fois pendant leur expérimentation et elles obtiennent des alphas de Cronbach entre 0.69 et 0.81. L'élève indique la fréquence avec laquelle il adopte le comportement décrit à l'aide d'une échelle de Likert en 4 points (1 = « Jamais » ; 4 = « Presque toujours »).

7.3.4. L'échelle de mesure de la motivation

Cette échelle permet de répondre aux hypothèses 4. Créée par Guay, Vallerand et Blanchard (2000) et traduite en français par Blanchard et Frasson (2007), the Situational Motivation Scale (SIMS) vise à identifier le type de motivation de l'élève à qui on demande de la remplir en pensant à une activité précise, ici, les problèmes mathématiques. Elle se compose de 16 items répartis quatre groupes de quatre items. Selon Blanchard et Frasson (2007), les items 1, 5, 9 et 13 se rapportent à la motivation intrinsèque ; les items 2, 6, 10, 14 se rapportent à la régulation identifiée. Ces 8 items mesurent la motivation autodéterminée. Les items 3, 7, 11 et 15 se rapportent à la régulation externe. Les items 4, 8, 12 et 16 se rapportent à l'amotivation. Ces 8 derniers items mesurent la motivation non-autodéterminée.

En pensant aux problèmes mathématiques, l'élève détermine son niveau d'accord avec les différentes affirmations qui lui sont proposées sur une échelle de Likert de 7 points allant de « Ne me correspond pas du tout » à « Me correspond exactement ».

Dans l'étude de Guay et al. (2000), l'alpha de Cronbach obtenu pour chaque sous-échelle s'étendait de 0.76 à 0.91. Pour chaque sous-échelle mesurée dans ce questionnaire, l'alpha de Cronbach obtenu est de 0,88 pour la motivation intrinsèque, 0,73 pour la régulation

identifiée, 0,62 pour la régulation externe et de 0,79 pour l'amotivation. Nous reviendrons à l'alpha de Cronbach pour la régulation externe *infra* (point 8.3).

7.3.5. L'échelle de mesure des émotions

Pour mesurer les émotions ressenties par les élèves pendant la résolution de problèmes mathématiques, nous avons utilisé une échelle de Likert de 14 items (annexe 5). L'élève doit choisir s'il ressent une émotion entre « jamais, parfois, souvent, très souvent ou toujours ». Cette échelle a été créée par Hanin (2018) qui ont gentiment accepté de nous la prêter pour ce travail. L'analyse de ces résultats nous permettra de répondre aux hypothèses 4.

Afin d'éviter des soucis de lecture ou de compréhension de vocabulaire, l'ensemble des tests et des questionnaires ont été lus par la chercheuse.

Pour les prétests cognitif et de chacune des échelles précitées, nous avons calculé l'alpha de Cronbach (annexe 14) pour vérifier la consistance interne du test.

Ensuite, nous avons calculé les scores pour toutes les échelles où l'alpha de Cronbach était au moins proche de 0,70 :

- la moyenne des résultats pour chaque élève et pour chaque classe,
- l'écart-type, qui permet de mesurer la dispersion des scores autour de la moyenne,
- le gain (absolu), c'est-à-dire la différence entre le score moyen au post-test et le score moyen au prétest,
- l'ampleur de l'effet (effect size), calculée sur la base des moyennes et des écarts-types des deux distributions à comparer selon Cohen (1992).

Notons déjà une réserve de prudence envers les scores du prétest cognitif. En effet, l'alpha de Cronbach de celui-ci est de 0,66. Néanmoins, nous avons calculé les scores des tests cognitifs pour en donner une certaine interprétation.

Chapitre 8 : Présentation des résultats

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats obtenus aux tests et aux questionnaires avant et après la mise en place des dispositifs dans les classes expérimentales. Nous comparerons ces résultats à ceux des classes contrôles. Ceci devrait nous permettre de trouver des éléments de réponses aux différentes hypothèses.

8.1. Evolution des performances des élèves en résolution de problèmes (hypothèse 1)

Comme évoqué précédemment, l'alpha du prétest cognitif est de 0,66. Il est insuffisant pour un calcul fiable de scores. Cependant, nous avons choisi de les calculer afin de dégager quelques tendances. Celles-ci sont à prendre avec beaucoup de réserve vu le manque de cohérence interne.

Les résultats sont calculés par classe. Pour comparer facilement les résultats des classes expérimentales par rapport à ceux des classes contrôles, nous avons décidé de mettre les deux classes contrôle en une seule. Cela donne 28 élèves de 5^e et 6^e année.

Nous avons calculé la moyenne des résultats des 4 prétests et des post-tests pour chaque classe puis nous l'avons ramenée sur 10.

8.1.1. Comment ont évolué les performances des élèves en fonction des dispositifs d'apprentissage reçus ? (Hypothèses 1a et 1b)

Le tableau ci-après permet de comparer les résultats moyens des prétests de chaque classe avec les résultats moyens des post-tests.

	Classe expé SRE N = 15			Classe expé SR N = 28			Classes contrôle N = 28		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
<i>Moyenne</i>	4,97	5,67	0,70	5,48	6,40	0,92	5,38	5,65	0,27
<i>(écart-type)</i>	(2,35)	(2,67)		(2,13)	(2,12)		(2,69)	(2,89)	
Effect size	0,28			0,43			0,09		

Tableau 3 - Evolution des performances en fonction du dispositif reçu

Au niveau du prétest : Le score moyen de la classe expérimentale SRE est inférieur à celui des classes SR et de la classe contrôle. Ce score obtenu par des élèves de 5^e et de 6^e dans la classe SRE semble montrer que les problèmes sont adaptés au cycle et, non

spécifiquement, aux élèves de 6^e année. En effet, nous nous attendions à ce que les classes ayant des élèves de 6^e année obtiennent une meilleure moyenne. Le score moyen de la classe expérimentale SR est légèrement supérieur à celui de la classe contrôle.

Au niveau de la différence entre le pré et le post-test : les gains sont plus importants pour les classes expérimentales par rapport à la classe contrôle. Le gain de la classe expérimentale SRE est inférieur au gain de la classe SR.

L'ampleur de l'effet est de 0,28 dans la classe SRE, il peut être considéré comme faible ; pour la classe SR, elle est de 0,43 considérée comme moyenne et celle de la classe contrôle étant de 0,09 elle est considérée comme très faible.

Analyse

Ce tableau permet de montrer que, pour notre échantillon, l'utilisation de stratégies métacognitives dans un enseignement réciproque est bénéfique pour les élèves. Cependant l'apprentissage émotionnel n'apporte pas un plus.

Enfin, nous souhaitons ajouter ici une comparaison des résultats obtenus par type de problèmes. En effet, les 4 problèmes proposés (annexe1) étaient différents et demandaient une démarche de résolution différente. Le premier problème 1 (Fagnant & Demonty, 2012) amène à une décomposition du problème en sous-problème. Il est pour nous le plus difficile à résoudre, il est coté sur 5. Le problème 2 est issu de l'évaluation externe non-certificative de 5^e année (2014) dont le taux de réussite était de 19% pour élèves issus de la FWB. Il nécessite un calcul inverse (par exemple avec des flèches) ; il est coté sur 3. Le problème 3, issu du CEB 2013, nécessite une règle de 3 ; il est coté sur 2. Le problème 4, issu également du CEB 2013, demande une addition, une division puis une réflexion sur le nombre d'objets vendus car on ne peut couper un objet en deux ; il est coté sur 3. La cote est donc proportionnelle à la difficulté. Les problèmes du post-test ont été créés de manière parallèle par Frusch (2017).

Le tableau suivant permet de vérifier si les élèves ont évolué de la même manière selon le type de problèmes. Nous avons repris les scores moyens obtenus par les élèves des 3 classes au prétest et au post-test et ce pour chaque problème.

		Problème 1 /5		Problème 2 /3		Problème 3 /2		Problème 4 /3	
		pré	post	pré	post	pré	post	pré	post
Classe SRE N = 15 Effect size moyen : 0,28	Moyenne	2,37	3,00	1,10	1,23	1,47	1,53	1,53	1,60
	<i>Écart-type</i>	1,64	1,39	1,12	1,10	0,72	0,74	0,77	0,95
	<i>Gain</i>	0,63		0,13		0,07		0,07	
	<i>Effect size</i>	0,42		0,12		0,09		0,08	
Classe SR N = 28 Effect size moyen : 0,43	Moyenne	1,93	3,43	1,43	1,38	1,70	1,79	2,07	1,73
	<i>Écart-type</i>	1,46	1,12	0,60	0,93	1,35	1,17	0,46	0,97
	<i>Gain</i>	1,50		- 0,05		0,09		- 0,34	
	<i>Effect size</i>	1,07		- 0,10		0,17		- 0,40	
Classe C N = 28 Effect size moyen : 0,09	Moyenne	2,16	2,59	1,38	1,39	1,57	1,46	1,89	1,89
	<i>Écart-type</i>	(1,56)	(2,07)	(1,38)	(1,03)	(0,73)	(0,69)	(0,84)	(0,98)
	<i>Gain</i>	0,43		0,02		-0,11		0,00	
	<i>Effect size</i>	0,24		0,02		- 0,20		0	

Tableau 4 - Evolution des performances par problèmes dans les 3 classes

Les élèves de la classe SRE évoluent sur tous les types de problèmes avec une ampleur de l'effet moyenne au problème 1, le plus difficile, et un effet négligeable pour les 3 autres problèmes. Les élèves de la classe SR évoluent sur le problème 1 de manière forte ; de manière faible sur le problème 3. Ils perdent sur les problèmes 2 et 4. Leur effect size moyen de 0,43 est dû à l'excellente progression sur le problème 1 entre le prétest et le post-test. C'est sur le problème 1 que les élèves de la classe contrôle progresse le plus mais avec une ampleur de l'effet faible.

Nous avons calculé les pourcentages de réussite par classe en comparaison à ceux des élèves de P5 de la FWB en 2014 (19%) :

- Classe Stratégies-Réciproque-Emotions : 36,7%
- Classe Stratégies-Réciproque : 47,6%
- Classe contrôle : 45,8%

Comparaison avec les résultats aux tests cognitifs de Frusch

Frusch (2017) obtient une ampleur de l'effet plus importante dans sa classe expérimentale Métacognition-Coopératif (MC) et deux ampleurs de l'effet négligeables pour la classe expérimentale et la classe contrôle, ce qui lui fait dire : « [...] nous pouvons affirmer globalement que l'association métacognition et apprentissage coopératif a permis aux élèves [...] de progresser davantage que ceux n'ayant bénéficié que d'une pédagogie

métacognitive ou que ceux de la classe contrôle. » (p.58). Nos résultats vont dans le même sens. La classe Stratégies-Réciproque est celle qui se rapproche le plus de la classe MC de Frusch, l'enseignement réciproque étant également une forme de travail coopératif. C'est dans la classe SR que nos élèves ont le plus évolué en moyenne aux tests cognitifs.

Par contre nos résultats divergent concernant les types de problèmes. Les élèves de la classe MC de Frusch ont un gain positif pour tous les types de problèmes ; ce n'est pas le cas dans notre classe SR.

8.1.2. Comment ont évolué les performances des élèves selon leur niveau de départ et selon les dispositifs d'apprentissage reçus ? (Hypothèses 1c et 1d)

Afin de vérifier les deux hypothèses suivantes, nous avons calculé les scores moyens des élèves selon leur niveau. Sur base du prétest, les élèves ont été classés en faibles, - de 4 sur 10, moyens entre 4 et moins de 7 et les élèves forts sont ceux qui ont obtenu de 7 à 10 sur 10.

A nouveau, nous avons calculé les gains entre le pré et le post-test ainsi que l'écart-type mais nous n'avons pas calculé l'ampleur de l'effet vu la petite taille des échantillons.

Classe expérimentale Stratégies-Réciproque-Emotions N = 15									
	Faibles N = 4			Moyens N = 7			Forts N = 4		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
<i>Moyenne</i>	1,92	2,69	0,77	5,11	6,26	1,15	7,79	7,60	- 0,19
<i>(écart-type)</i>	(1,33)	(2,11)		(0,62)	(1,79)		(0,48)	(2,21)	

Tableau 5 - Evolution des performances de la classe expérimentale SRE

Classe expérimentale Stratégies-Réciproque N = 28									
	Faibles N = 6			Moyens N = 15			Forts N = 7		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
<i>Moyenne</i>	3,08	5,32	2,24	5,00	6,05	1,05	8,57	8,08	- 0,49
<i>(écart-type)</i>	(0,49)	(2,11)		(0,92)	(2,24)		(0,85)	(0,31)	

Tableau 6 - Evolution des performances de la classe expérimentale SE

Classe contrôle N = 28									
	Faibles N = 8			Moyens N = 13			Forts N = 7		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
<i>Moyenne</i>	2,02	2,21	0,19	5,68	6,57	0,89	8,68	7,86	- 0,82
<i>(écart-type)</i>	(1,14)	(1,68)		(1,01)	(1,69)		(1,01)	(2,31)	

Tableau 7 - Evolution des performances de la classe contrôle

Au niveau des élèves faibles : Ce sont les élèves de la classe SRE qui commencent au plus bas dans le prétest. Ils progressent presque 3 fois moins bien que les élèves faibles de la classe SR mais plus que ceux de la classe contrôle.

Au niveau des élèves moyens : Les élèves moyens de la classe contrôle obtiennent de meilleurs résultats au prétest que les deux autres classes mais leur gain est le moins élevé. C'est la classe expérimentale SRE qui gagne le plus en performance avec un gain légèrement plus élevé que ceux des classes SR et C.

Au niveau des élèves forts : L'observation la plus marquante de ces tableaux porte sur la perte de performance des élèves forts. Dans les trois classes, les gains sont négatifs. Ce sont les élèves forts de la classe contrôle qui perdent le plus (-0,82) et ceux de la classe expérimentale SRE qui perdent le moins (-0,19).

Analyse

Ces résultats semblent montrer que l'utilisation de stratégies métacognitives dans un enseignement réciproque est bénéfique pour les élèves faibles et les moyens. Le développement de compétences émotionnelles semble porter ses fruits plus pour les élèves moyens que les élèves faibles.

En ce qui concerne les élèves forts, nous avons voulu comparer leurs résultats cognitifs aux différentes échelles afin de trouver peut-être une explication à cette diminution. Nous montrons ici uniquement les gains pour les élèves forts par classe et par échelle. Le tableau complet se trouve en annexe 15. Nous comparons uniquement les gains puisque nous ne pouvons calculer une ampleur de l'effet sur un si petit échantillon.

	Classe SRE		Classe SR		Classe C	
	Forts N = 4	Moyenne de classe	Forts N = 7	Moyenne de classe	Forts N = 7	Moyenne de classe
Persévérance	0,00	0,03	0,02	- 0,04	0,16	0,09
Émotions positives	- 0,05	- 0,04	- 0,57	- 0,28	- 0,17	- 0,20
Émotions négatives	- 0,33	- 0,19	- 0,02	- 0,04	- 0,43	- 0,23
Motivation intrinsèque	0,50	- 0,03	- 1,44	- 0,65	- 0,68	- 0,44
Régulation identifiée	0,31	- 0,15	- 0,44	- 0,11	- 1,50	- 0,54
Régulation externe	- 0,31	- 0,10	0,38	- 0,56	0,04	- 0,04
Amotivation	- 0,44	- 0,28	- 0,81	- 0,43	0,18	0,26
Gain au post-test cognitif	- 0,19	0,70	- 0,49	0,92	- 0,82	0,27

Tableau 8 - Gains des élèves forts par échelle

Les élèves forts de la classe expérimentale SRE ont un gain de 0,50 pour la motivation intrinsèque alors que le gain moyen de la classe diminue. La régulation identifiée augmente également de 0,31 alors qu'elle diminue en moyenne dans la classe. Ces résultats n'aident pas à comprendre pourquoi la performance des élèves forts diminue, nous nous attendions à ce que la motivation autodéterminée diminue mais ce n'est pas le cas. La condition Stratégies-Réciproque-Emotions semble avoir un effet bénéfique sur la motivation autodéterminée et sur les émotions négatives des élèves forts mais pas sur leurs performances.

Dans la classe SR, il est à noter que la régulation externe augmente de 0,38 alors que le gain moyen de la classe est de -0,56. Cela fait une différence de 0,94 points ! Cette augmentation d'une motivation non-autodéterminée pourrait expliquer en partie une diminution de performance chez les élèves forts de cette classe. Les 2 sous-échelles de mesure de la motivation autodéterminée diminuent également et bien plus que le gain moyen de la classe. Ce double constat semble être une explication plausible à la diminution des performances des élèves forts. La condition Stratégies-Réciproque ne semble pas permettre aux élèves forts d'augmenter dans les différentes variables, elle a même eu un effet négatif sur la régulation externe.

Enfin dans la classe C, la motivation autodéterminée diminue dans les 2 sous-échelles et la motivation non-autodéterminée augmente pour les 2 sous-échelles. Cet impact sur la motivation pourrait expliquer la diminution des performances des élèves faibles dans cette classe. Nous prolongerons cette réflexion dans le point 9.1.

Nous gardons bien à l'esprit que des résultats du test cognitif sont calculés sur base d'un alpha de Cronbach insuffisant pour pouvoir s'y fier. De plus, l'écart qui sépare certains résultats est parfois minime.

Comparaison avec les résultats aux tests cognitifs de Frusch selon le niveau de l'élève

Dans les deux classes expérimentales de Frusch, ce sont les élèves faibles qui obtiennent le meilleur gain. Comme nous, elle observe une perte pour les élèves forts mais dans la classe expérimentale Métacognition et dans la classe contrôle. Ce qui lui fait dire : « Si nous comparons les résultats des élèves de la classe expérimentale M et ceux des élèves de la classe contrôle dans le cas de notre échantillon, la mise en place de la pédagogie métacognitive bénéficie uniquement aux élèves faibles. » (p.61).

8.2. Evolution de la persévérance des élèves (hypothèse 2)

Les résultats sont calculés par classe. Les élèves ont répondu aux items le plus spontanément et sincèrement possible avant la mise en place du dispositif et après celui-ci. L'alpha de Cronbach a également été calculé pour cette échelle, il est de 0,88 (annexe 14). La cohérence interne de cette échelle semble élevée. Pour observer des différences, nous avons calculé le score moyen des items au prétest, au post-test, les écarts-type, les gains et l'ampleur de l'effet.

Comment ont évolué les signes de persévérance des élèves selon les dispositifs d'apprentissage reçus ? (Hypothèses 2a et 2b)

	Classe expé SRE N = 15			Classe expé SR N = 28			Classes contrôle N = 28		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
<i>Moyenne</i>	3,35	3,38	0,03	3,33	3,29	-0,04	2,64	2,74	0,09
<i>(écart-type)</i>	(0,75)	(0,75)		(0,82)	(0,87)		(1,06)	(1,05)	
<i>Effect size</i>	0,03			- 0, 05			0,09		

Tableau 9 - Evolution des signes de persévérance

Les 3 ampleurs de l'effet de la persévérance sont négligeables car trop faibles.

Analyse

La mise en place de stratégies métacognitives pour notre échantillon ne semble pas avoir d'effet positif sur la persévérance des élèves. L'apport des émotions n'apporte pas une réelle différence entre les classes expérimentales.

8.3. Evolution de la motivation (hypothèse 3)

Pour rappel, l'échelle de calcul du type et du niveau de motivation se divise en 2 parties : 8 items mesurent la motivation autodéterminée dont 4 items pour la motivation intrinsèque et 4 pour la régulation identifiée ; 8 items mesurent la motivation non-autodéterminée, dont 4 la régulation externe et 4 l'amotivation. Les élèves devaient se situer sur une échelle de Likert en 7 points (allant de 1 : Ne me correspond pas du tout à 7 : Me correspond exactement).

Pour rappel, voici les alphas de Cronbach de chaque sous-échelle. Ceux de Frusch (2016, p.55) se trouvent entre parenthèses :

- motivation intrinsèque : 0,88 (0.89)
- régulation identifiée : 0,73 (0.73)
- régulation externe : 0,62 (0.75) (Remarque : voir point 8.3.2 ci-après)
- amotivation : 0,79 (0.72)

8.3.1. Comment a évolué la motivation autodéterminée des élèves dans les classes expérimentales selon les dispositifs d'apprentissage reçus ? (Hypothèses 4a et 4b)

	Motivation autodéterminée		Motivation non-autodéterminée	
	Motivation intrinsèque	Régulation identifiée	Régulation externe	Amotivation
Classe expérimentale SRE				
<i>Score moyen au prétest (écart-type)</i>	5,28 (1,27)	5,08 (1,96)	3,38 (1,46)	3,42 (2,11)
<i>Score moyen au post-test (écart-type)</i>	5,25 (1,64)	4,93 (2,00)	3,28 (1,79)	3,13 (2,26)
<i>Gain</i>	- 0,03	- 0,15	- 0,10	- 0,28
<i>Effect size</i>	- 0,02	- 0,08	- 0,06	- 0,13

Classe expérimentale SR				
Score moyen au prétest (écart-type)	4,71 (1,85)	5,00 (1,48)	3,61 (1,41)	3,21 (1,75)
Score moyen au post-test (écart-type)	4,05 (2,01)	4,89 (1,96)	3,04 (1,68)	2,79 (2,03)
Gain	- 0,65	- 0,11	- 0,56	- 0,43
Effect size	- 0,34	- 0,06	- 0,37	- 0,23
Classe contrôle				
Score moyen au prétest (écart-type)	3,90 (2,25)	4,38 (2,15)	3,75 (1,46)	3,28 (2,08)
Score moyen au post-test (écart-type)	3,46 (1,99)	3,83 (2,12)	3,71 (1,55)	3,54 (2,15)
Gain	- 0,44	- 0,54	- 0,04	0,26
Effect size	- 0,21	- 0,26	- 0,03	0,12

Tableau 10 - Evolution de la motivation dans les 3 classes

De manière générale, la motivation autodéterminée diminue dans les 3 classes. Les scores mesurant la sous-échelle motivation intrinsèque diminuent le moins dans la classe SRE et le plus dans la classe SR avec une ampleur de l'effet faible. Pour la régulation identifiée, l'ampleur de l'effet est quasi identique et négligeable dans les deux classes expérimentales tandis qu'elle est faible dans la classe contrôle.

Analyse

Pour notre échantillon, les conditions Stratégies-Réciproque avec ou sans les émotions ne permettent pas de faire évoluer la motivation intrinsèque sur un laps de temps de 5 semaines, ni pour la motivation intrinsèque ni pour la régulation identifiée. Cependant il est à noter que les élèves des 2 classes expérimentales ont un niveau de motivation autodéterminée élevé avant de commencer l'expérimentation.

Comparaison avec les résultats sur la motivation autodéterminée de Frusch

La combinaison d'un apprentissage coopératif et d'une pédagogie métacognitive chez Frusch « permet une augmentation de la motivation autodéterminée des élèves [...] avec une ampleur de l'effet [...] forte. » (p.76). Par contre, « la mise en place d'une simple pédagogie métacognitive ne permet pas d'augmenter la motivation autodéterminée ». Elle obtient, tout comme nous, des ampleurs de l'effet négatives pour la motivation intrinsèque ou de la régulation identifiée.

8.3.2. Comment a évolué la motivation non-autodéterminée des élèves dans les classes expérimentales selon les dispositifs d'apprentissages reçus ? (Hypothèses 4c et 4d)

En ce qui concerne ce type de motivation, nous interpréterons les scores moyens faibles comme positifs et une diminution du gain obtenu entre le prétest et le post-test aux deux sous-échelles comme une évolution positive.

Comme évoqué précédemment, nous revenons sur l'alpha de Cronbach de la régulation externe, une des deux composantes de la motivation non-autodéterminée. Il est de 0,62 en tenant compte des 4 items. Cette cohérence n'étant pas satisfaisante, nous avons préféré retirer l'item 15 du score de cette sous-échelle. L'alpha de Cronbach de la régulation externe est ainsi de **0,75** et nous permet de calculer les scores.

Observations du tableau 10 (deux dernières colonnes)

Pour la motivation non-autodéterminée nous remarquons une diminution de la régulation externe dans toutes les classes. L'ampleur de l'effet est négligeable dans la classe SRE et la classe C et elle est faible pour la classe expérimentale SR. L'amotivation diminue de manière négligeable dans la classe SRE, de manière faible dans la classe SR et augmente très légèrement dans la classe contrôle.

Il est à noter que, pour la régulation externe et pour l'amotivation, les scores moyens au prétest sont tous aux alentours de 3,50 et ce dans toutes les classes.

Analyse

La motivation non-autodéterminée semble de même niveau dans toutes les classes avant l'expérimentation. La condition Stratégies-Réciproque-Emotions permet de diminuer les deux sous-échelles, régulation externe et amotivation mais c'est la classe appliquant des stratégies métacognitives dans un enseignement réciproque sans travail sur les émotions qui diminue le plus, même si les ampleurs restent faibles, la motivation non-autodéterminée.

Comparaison avec les résultats de Frusch

Dans le dispositif de Frusch, la « combinaison d'un apprentissage coopératif et d'une pédagogie métacognitive semble être un bon moyen pour faire diminuer le niveau de régulation externe des élèves » (p.76). Par contre, elle n'a obtenu aucun effet sur la régulation externe des élèves dans la condition d'une simple pédagogie métacognitive.

Au niveau de l'amotivation, c'est la classe expérimentale métacognition qui « a vu son niveau d'amotivation diminuer dans une plus large mesure que les deux autres classes. » (p.76). Ces résultats vont dans le sens des nôtres même si l'ampleur de l'effet est plus faible pour notre classe SR.

8.4. Evolution des émotions (hypothèse 4)

Pour évaluer les émotions, nous avons calculé l'alpha de Cronbach en sous-échelle : les émotions positives (items 1 à 5) et les émotions négatives (items 6 à 14). Ensuite, nous avons calculé la moyenne par classe au prétest et au post-test avec les écarts-type, les gains éventuels. Nous observerons également les émotions une à une. Pour rappel, l'échelle de mesure des émotions se divisait en 5 allant de « jamais » à « toujours ».

8.3.1. Comment ont évolué les émotions positives selon les dispositifs reçus ?

Pour cette sous-échelle, l'alpha de Cronbach est de 0,86. Cette cohérence nous permet de calculer les scores.

Les cinq premières émotions du questionnaire sont dites positives. Il s'agit de la fierté, le soulagement, l'excitation, l'espoir et le plaisir. Un gain positif montre l'évolution positive de l'émotion ressentie par les élèves.

	Classe expérimentale SRE			Classe expérimentale SR			Classe contrôle		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
Fierté (Écart-type)	4,53 (0,74)	4,60 (0,63)	0,07	4,61 (0,79)	3,96 (1,14)	- 0,64	3,43 (1,40)	3,29 (1,30)	- 0,14
<i>Effect size</i>	0,10			- 0,67			- 0,11		
Soulagement (Écart-type)	4,80 (0,56)	4,53 (1,06)	- 0,27	4,29 (0,90)	4,25 (1,11)	- 0,04	3,79 (1,47)	3,07 (1,27)	- 0,71
<i>Effect size</i>	- 0,33			- 0,04			- 0,52		
Excitation (Écart-type)	4,13 (0,99)	3,87 (1,19)	- 0,27	3,07 (1,46)	2,71 (1,33)	- 0,36	2,32 (1,66)	2,25 (1,55)	- 0,07
<i>Effect size</i>	- 0,24			- 0,26			- 0,04		

Espoir (Écart-type)	4,40 (1,12)	4,40 (1,12)	0,00	4,61 (0,92)	4,25 (1,17)	- 0,36	3,43 (1,48)	3,64 (1,37)	0,21
<i>Effect size</i>	0,00			- 0,34			0,15		
Plaisir (Écart-type)	3,80 (1,21)	4,07 (0,96)	0,27	3,11 (1,37)	3,11 (1,55)	0,00	2,39 (1,55)	2,11 (1,57)	- 0,29
<i>Effect size</i>	0,25			0,00			- 0,18		
Moyenne	4,33 (0,92)	4,29 (0,99)	-0,04	3,94 (1,09)	3,66 (1,26)	-0,28	3,07 (1,51)	2,87 (1,41)	- 0,20
<i>Effect size</i>	- 0,04			- 0,24			- 0,14		

Tableau 11 - Evolution des émotions positives entre les prétests et les post-tests dans les trois classes

De manière générale, la moyenne des émotions positives diminue dans les trois classes, elle diminue le moins dans la classe SRE et le plus dans la classe SR.

Quelques émotions positives détaillées :

La **fierté** augmente légèrement dans la classe expérimentale SRE et diminue avec une ampleur moyenne dans la classe SR. L'**espoir**, quant à lui, reste identique dans la classe SRE. Il diminue faiblement dans la classe expérimentale SR et augmente dans la classe contrôle avec une ampleur de l'effet faible. Enfin, le **plaisir** est en hausse dans la classe expérimentale Stratégies-Réciproque-Emotions. Il reste identique dans la classe SR et diminue dans la classe contrôle. Ici encore, les trois amplitudes de l'effet sont faibles.

Analyse des émotions positives

L'utilisation de stratégies métacognitives dans un enseignement réciproque ne permet pas à lui seul de faire augmenter les émotions positives.

Il apparaît, pour notre échantillon, que la condition Stratégies-Réciproque-Emotions n'a pas une influence marquée sur l'ensemble des émotions positives. Seul le plaisir semble avoir été impacté par le travail sur les émotions. Cette condition a permis cependant de maintenir l'espoir au même niveau et d'augmenter légèrement la joie ressentie pendant la résolution de problèmes. Il est à noter que les 5 émotions semblaient déjà très hautes au prétest dans cette classe, un peu moins pour la joie, ce qui lui aurait permis d'obtenir un meilleur gain.

8.3.2. Comment ont évolué les émotions négatives selon les dispositifs reçus ?

Pour cette sous-échelle, l'alpha de Cronbach n'était pas satisfaisant. Nous avons choisi de supprimer l'item 13 ce qui nous donne un alpha de **0,70**. Nous avons ainsi pu calculer les scores sans tenir compte de cet item, à savoir la tristesse. Les gains négatifs et les scores qui diminuent sont considérés comme positifs puisqu'ils symbolisent une diminution des émotions négatives.

	Classe expérimentale SRE			Classe expérimentale SR			Classes contrôle		
	pré	post	gain	pré	post	gain	pré	post	gain
Nervosité (écart-type)	2,80 (1,47)	2,73 (1,58)	-0,07	2,25 (1,21)	2,14 (1,35)	-0,11	2,18 (1,36)	1,89 (1,13)	-0,29
Effect size	- 0,04			- 0,08			- 0,23		
Colère (écart-type)	3,40 (1,35)	3,47 1,06	0,07	2,86 (1,43)	2,68 (1,31)	-0,18	3,07 (1,54)	2,61 (1,34)	-0,46
Effect size	0,06			- 0,13			- 0,32		
Ennui (écart-type)	1,73 (1,03)	1,93 (1,16)	0,20	2,43 (1,29)	2,61 (1,52)	0,18	3,89 (1,45)	3,00 (1,54)	-0,89
Effect size	0,18			0,13			- 0,60		
Peur (écart-type)	2,40 (0,91)	2,13 (1,36)	-0,27	2,14 (1,30)	2,25 (1,14)	0,11	1,57 (0,79)	1,79 (1,17)	0,21
Effect size	- 0,24			0,09			0,22		
Inquiétude (écart-type)	2,67 (1,40)	2,20 (1,47)	-0,47	2,21 (1,10)	2,39 (1,40)	0,18	2,04 (1,29)	1,64 (0,99)	-0,39
Effect size	- 0,33			0,14			- 0,34		
Honte (écart-type)	2,53 (1,55)	2,00 1,25	-0,53	2,46 (1,10)	2,25 (1,14)	-0,21	1,79 (0,92)	1,89 (1,26)	0,11
Effect size	- 0,38			- 0,19			0,10		
Désespoir (écart-type)	2,87 (1,13)	1,93 (1,10)	-0,93	2,50 (1,26)	2,25 (1,21)	-0,25	2,29 (1,21)	2,25 (1,46)	-0,04
Effect size	- 0,84			- 0,20			- 0,03		

Frustration (écart-type)	3,27 (1,33)	3,53 (1,51)	0,27	2,82 (1,06)	2,71 (1,18)	-0,11	2,61 (1,52)	2,29 (1,51)	-0,32
Effect size	0,19			- 0,10			- 0,21		
Moyenne	2,41 (1,13)	2,21 (1,17)	-0,19	2,19 (1,08)	2,14 (1,14)	-0,04	2,16 (1,12)	1,93 (1,16)	-0,23
Effect size	- 0,17			- 0,05			- 0,20		

Tableau 12 - Evolution des émotions négatives entre le pré et le post-test dans les 3 classes

De manière générale, la moyenne des émotions dites négatives diminue dans les 3 classes. Elles diminuent avec une ampleur de l'effet faible dans la classe SRE et encore un peu moins dans la classe SR. C'est dans la classe contrôle que la moyenne diminue le plus avec une ampleur de l'effet faible.

Quelques émotions négatives détaillées :

La **colère** augmente légèrement dans la classe expérimentale SRE alors qu'elle diminue dans les 2 autres classes. L'ampleur de l'effet est négligeable pour les 2 classes expérimentales mais faible pour la classe contrôle. L'**ennui** augmente dans les 2 classes expérimentales et il diminue avec une ampleur forte dans la classe contrôle. La **peur** diminue dans la classe Stratégies-Réciproque-Emotions avec une ampleur faible et elle augmente dans les classes SR et contrôle. L'**inquiétude** augmente faiblement dans la classe SR. Le **désespoir** diminue avec une ampleur de l'effet forte dans la classe SRE. Enfin, la **frustration** augmente dans la classe SRE avec une ampleur de l'effet faible.

Analyse des émotions négatives

Le dispositif mis en place dans la classe Stratégies-Réciproque-Emotions a permis une diminution des émotions négatives dans l'ensemble et particulièrement du désespoir avec une ampleur de l'effet forte. Pour la classe expérimentale ayant bénéficié du seul enseignement réciproque de stratégies (SR), les émotions diminuent de manière négligeable en moyenne. C'est le désespoir qui diminue le plus également mais avec une ampleur faible. Il est à remarquer que la moyenne des émotions négatives de la classe contrôle diminue plus que la classe expérimentale qui a travaillé sur les émotions.

Chapitre 9 : Interprétation et discussion

Dans ce chapitre, nous discutons et tentons d'interpréter les résultats obtenus suite à notre expérimentation à la lumière de la théorie.

9.1. L'effet de l'utilisation de stratégies métacognitives combinées à un enseignement réciproque sur les performances de résolution des élèves avec ou sans un travail sur les émotions (hypothèse 1)

Travailler durant 5 séances sur des problèmes mathématiques avec un dispositif métacognitif appuyé sur un enseignement réciproque semble avoir bénéficié aux classes expérimentales qui ont obtenu des gains positifs entre les prétests et les post-tests cognitifs, et ce avec ou sans apprentissage émotionnel. La condition Stratégie-Réciproque seule apporte même un peu plus d'effets sur la performance. Les élèves de la classe contrôle augmentent très légèrement mais moins que les classes expérimentales. Nous pouvons penser que le dispositif a mieux porté ses fruits dans les classes expérimentales. Comme Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) le suggéraient, il est nécessaire « ... *d'enseigner des heuristiques qui facilitent la résolution de problèmes...* » et de prendre en compte « ... *la dimension métacognitive inhérente à l'apprentissage de la résolution de problèmes.* » (p76). Les deux classes expérimentales ont bénéficié de cet apprentissage et leur gain est respectivement de 0,70 et 0,92. En observant les ampleurs de l'effet, celui de la classe Stratégies-Réciproque-Emotions est considéré comme faible (0,28), alors que celui de la classe Stratégies-Réciproque est de 0,43 donc moyen. Il semble que le travail spécifique sur les émotions, développé par Hanin et Van Nieuwenhoven (2018), n'ait pas permis aux élèves de mieux performer dans la résolution des problèmes que les élèves n'ayant bénéficié uniquement de la condition Stratégies-Réciproque.

A quoi sont dûs les gains dans les classes expérimentales ?

D'une part, nous pouvons supposer que les élèves des classes expérimentales ont pu renforcer leurs résultats pour résoudre les problèmes grâce au soutien métacognitif reçu (Tzohar & Kramarski, 2014). Les stratégies métacognitives développées favorisent l'autonomie, l'autorégulation à un niveau individuel. D'autre part, l'utilisation de l'enseignement réciproque place les élèves dans un environnement d'apprentissage

coopératif qui, selon Pekrun (2006), permet également d'autoréguler les processus d'apprentissage. Dans le dispositif des deux classes expérimentales, l'élève dirige une étape de stratégie de résolution pour le groupe et avec l'aide du groupe. L'enseignement réciproque semble avoir bénéficié aux apprenants. Celui-ci répond certainement aussi aux besoins sociaux des élèves, contribuant ainsi peut-être à leur appréciation de l'engagement scolaire (Pekrun, 2006). Nous entrons en cohérence avec les résultats d'études menées en Flandre par Verschaffel et ses collègues, (De Corte & Verschaffel, 2002 ; De Corte, Verschaffel & Masui, 2004 ; Verschaffel & De Corte, 1997 ; Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts & Ratinckx, 1999, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a) montrant qu'il est possible d'améliorer [...] la capacité d'autorégulation des élèves dans leur processus de résolution de même que leurs performances en résolution de problèmes. Ces élèves de 5^e primaire ont reçu une modélisation de résolution de problèmes grâce à des heuristiques puis ils les ont utilisées intégrées dans une stratégie métacognitive (Verschaffel et al., 1999).

Quelle différence avec l'apprentissage émotionnel ?

Dans la classe expérimentale SRE, nous avons espéré un impact du travail émotionnel sur les performances des élèves. Cependant, les résultats obtenus ne permettent pas de confirmer cette hypothèse. Les élèves de la classe SRE n'obtiennent pas de meilleurs résultats (gain = 0,70) que ceux de la classe expérimentale SR (gain = 0,92). De nombreuses études incitent au développement des compétences émotionnelles. Dans leur ouvrage, Mikolajczak et al. (2014) invitent à tirer le meilleur parti des émotions, à éviter de se laisser envahir par des émotions négatives afin d'augmenter leurs effets lorsque l'émotion est utile pour la tâche ou afin de les diminuer si l'émotion empêche la tâche. Le travail mis en place dans la classe expérimentale SRE était axé sur l'identification des émotions, leur compréhension, leurs expressions, leur régulation et leur utilisation. Cela ne semble pas avoir apporté une plus-value à la résolution de problèmes individuelle.

Une explication temporelle ?

Que ce soit pour voir un impact réel sur les compétences émotionnelles, métacognitives ou sur la motivation, les auteurs (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018) s'accordent sur la nécessité d'enseigner de manière répétée et pendant de longs moments. Or, notre expérimentation a une durée très courte de 5 à 6 séances soit une petite dizaine d'heures. Nous reviendrons sur ce constat dans les points suivants.

Impact des stratégies métacognitives ?

Comme annoncé dans notre méthodologie, nous n'avons pas souhaité mesurer la mobilisation des stratégies métacognitives. Il est donc difficile de percevoir si les élèves s'en servent plus ou pas. Mais surtout, il n'est pas possible de savoir si c'est l'enseignement explicite des stratégies ou l'utilisation de l'enseignement réciproque qui permet un gain dans les performances des élèves. Dans la classe Métacognition de Frusch, les élèves déclarent utiliser moins de stratégies après l'expérimentation. Par contre, elle présentait une faible augmentation pour sa classe Métacognition-Coopératif. Nous ne pouvons pas comparer nos résultats aux siens. Nos recherches dans la littérature montrent de nombreux effets positifs de l'enseignement en coopération comme le STAD (Slavin, 2010) et IMPROVE (Mevarech & Kramarski, 1997). La métacognition a elle aussi de grands bénéfices pour les élèves (Meravech & Kramarski, 2014). Nous pouvons seulement émettre l'hypothèse explicative que c'est cette combinaison qui a porté ses fruits en moyenne dans les classes.

L'hypothèse 1a, **les gains aux post-tests cognitifs des classes expérimentales seront plus élevés que ceux des classes contrôles** semble validée, dans les limites de notre échantillon restreint, et ceci essentiellement pour la classe SRE puisque le gain de la classe SR reste somme toute assez faible.

L'hypothèse 1b, **les gains aux post-tests cognitifs de la classe expérimentale Stratégies-Réciproque-Emotions seront plus élevés que ceux des trois autres classes** n'est pas validée.

Résultats en baisse pour les élèves forts

Comme évoqué *supra*, le résultat le plus surprenant pour les tests cognitifs concerne les élèves forts. En effet, dans les 3 classes, ils diminuent leurs performances aux post-tests : les élèves forts de la classe SRE diminuent le moins avec -0,19 et une ampleur de l'effet faible (-0,14) ; ceux de la classe SR diminuent de -0,49 avec une ampleur de -0,85, donc un effet fort et les élèves de la classe contrôle perdent plus (-0,82) mais avec une ampleur de l'effet moyenne (-0,50).

Comment expliquer ces gains négatifs ?

Qu'est-ce qui peut expliquer une telle diminution de performances chez les élèves forts ? A ce sujet, Hanin et Van Nieuwenhoven (2016a) citent des auteurs (Muir et al., 2008 ;

Schoenfeld, 1992) qui ont constaté l'augmentation significative de probabilité de trouver une réponse correcte en induisant une approche systématique de la tâche pour les résolveurs novices en comparaison aux résolveurs experts, sans aucune garantie de réussite pour autant. Ceci peut peut-être expliquer les gains des élèves faibles et moyens mais cela n'inclut pas que les élèves forts ne trouvent pas la « réponse correcte ». Une autre hypothèse d'explication pourrait se situer dans le dispositif reçu. Pour rappel, l'enseignement réciproque a été conçu à l'origine pour aider les élèves éprouvant des difficultés en lecture. Ce dispositif transféré aux problèmes mathématiques est bénéfique pour les élèves faibles et moyens. Les élèves forts en ressortent-ils avec autant de bénéfices ? Une autre hypothèse explicative pourrait être les exigences de la correction (annexe 2). Les problèmes étaient évalués sur base des critères du CEB. Nous regardions divers critères : compréhension de la tâche exprimée par des mots ou des opérations ; utilisation des outils mathématiques et communication de la réponse. Or, un élève fort qui, a priori a compris le problème ne prendra pas nécessairement la peine d'écrire toutes les étapes. Ceci est peut-être dû à une habitude implicite de se centrer sur la réponse et de ne pas travailler sur le développement écrit de la démarche. A ce jour, nous n'avons trouvé aucun écrit scientifique qui validerait l'une ou l'autre hypothèse explicative.

Comparaisons des différentes variables

Dans la classe SRE, les élèves forts semblent bénéficier de la condition Stratégies-Réciproque-Emotions pour toutes les variables. Il n'y a que les émotions positives qui diminuent mais comme pour l'ensemble de la classe. Différents auteurs (Kim & Hodges, 2012, Op't Eynde & Turner, 2006, Pekrun & Perry, 2014, cités par Hanin et Van Nieuwenhoven, 2016b) envisagent la motivation comme antécédent des émotions d'accomplissement. Les élèves forts de la classe SRE ont une motivation autodéterminée qui augmente et la non-autodéterminée qui diminue. Cela ne semble pas avoir eu une influence positive sur leurs émotions positives. Par contre dans la classe SR, la motivation intrinsèque diminue fortement et leurs émotions positives également.

Résultats pour les élèves faibles et les élèves moyens

Pour les élèves faibles, le dispositif d'enseignement explicite de stratégies métacognitives utilisé dans un enseignement réciproque a permis un gain de 2,24. Ces résultats sont très intéressants. Ils confirment les effets bénéfiques espérés par Verschaffel et ses collègues

(De Corte & Verschaffel, 2002 ; De Corte, Verschaffel & Masui, 2004 ; Verschaffel & De Corte, 1997 ; Verschaffel et al., 1999, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a) pour les élèves affichant de faibles performances en résolution de problèmes grâce à l'enseignement de stratégies métacognitives. Dans la classe SRE, le gain n'est pas négligeable non plus, il est de 0,77 points. Cela semble confirmer l'impact positif des dispositifs mis en place.

En ce qui concerne les élèves moyens, ils obtiennent des gains positifs et similaires dans les deux classes expérimentales.

Les résultats obtenus pour les élèves faibles et les élèves moyens trouvent écho chez Mevarech et Kramarski (2014).

L'hypothèse 1c, **tous les élèves, faibles, moyens ou forts, des classes expérimentales augmenteront leurs performances de résolution de problèmes dans les post-tests cognitifs**, n'est pas validée.

L'hypothèse 1b n'étant pas validée, la 1d, **tous les élèves, faibles, moyens ou forts, de la classe expérimentale SRE progresseront davantage dans les tests cognitifs que ceux de la classe SR**, ne l'est pas non plus.

9.2. L'effet de l'utilisation de stratégies métacognitives combinées à un enseignement réciproque sur la persévérance des élèves avec ou sans un travail sur les émotions (hypothèse 2)

Les différents programmes pour l'enseignement des mathématiques décrivent des compétences de base associées à la résolution qui doivent être développées en classe (Caballero et al., 2011). Le domaine affectif et l'éducation émotionnelle, en valorisant les attitudes personnelles telles que la persévérance dans la recherche de solutions, la confiance dans sa capacité à arriver à la solution et une attitude positive en comparant les solutions avec leurs pairs en est un exemple. C'est ce que nous avons mis en place dans la classe expérimentale Stratégies-Réciproque-Emotions. Dans l'autre classe expérimentale, nous n'avons pas travaillé sur l'aspect affectif ni sur les compétences émotionnelles, cependant l'utilisation des 8 stratégies métacognitives en groupe force les élèves à aller jusqu'au bout de la démarche de résolution. Cela pourrait avoir eu un effet sur la persévérance.

Dans ce travail, nous avons souhaité évaluer la persévérance des élèves face aux problèmes mathématiques. Elle est « *la force comportementale qui favorise en dépit des obstacles rencontrés, la poursuite des actions que nécessite l'engagement* » (Brault-Labbé & Dubé, 2008, p.731). Comme le montre le tableau 7 ci-dessous, les résultats ne sont pas concluants entre le prétest et le post-test. Cependant, le questionnaire sur la persévérance était composé de 8 items sur une échelle de Likert allant de 1 à 4, de « jamais » à « presque toujours » et si on regarde les résultats des prétests, ils sont assez élevés.

Les classes expérimentales ont un score de 3,35 sur 4. Cela signifie que la persévérance déclarée par les élèves était, semble-t-il, forte avant la mise en place du dispositif. De ce fait, la persévérance n'a pu évoluer que faiblement. Dans la classe SR, elle diminue même mais pas de manière importante. Ce sont les élèves de la classe contrôle qui gagnent un peu en persévérance néanmoins ils commençaient plus bas que les autres et leur évolution a une ampleur faible. Nous nous attendions à ce résultat puisqu'ils n'ont reçu aucun dispositif centré sur les stratégies métacognitives. Bouchard et Viau (2000) mettent en avant la présence d'un lien entre étroit entre les stratégies métacognitives et la persévérance. Ce lien est censé être positif. Fiedler et Beier (2014, cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016a), quant à eux, présentent la persévérance comme condition antérieure essentielle à la performance. Or, les élèves des 3 classes ont, de manière générale, augmenté leurs performances en résolution de problèmes sans évolution flagrante de la persévérance. Ce résultat ne nous permet pas de tirer de conclusion sur le lien entre la persévérance et la performance.

Les hypothèses 2a, **les gains au questionnaire de persévérance des classes expérimentales seront plus élevés que ceux des classes contrôles**, et 2b, **les gains au questionnaire de persévérance de la classe expérimentale SRE seront plus élevés que ceux des trois autres classes**, ne sont pas validées.

9.3. L'effet de l'utilisation de stratégies métacognitives combinées à un enseignement réciproque **sur la motivation** des élèves avec ou sans un travail sur les émotions (hypothèse 3)

Dans les 4 classes concernées par ce travail, la motivation autodéterminée a diminué faiblement. Cependant, nous espérons une augmentation de la motivation intrinsèque et

de la régulation identifiée. En effet, selon Tzohar et Kramarski (2014), des études ont montré que la promotion de la conscience métacognitive entraîne une amélioration des processus d'autorégulation dans son ensemble. En d'autres termes, cela affecte à la fois les processus métacognitifs et motivants-émotionnels (Kramarski & Michalsky, 2009; Van Den Boom, Van Merriënboer & van Gog, 2004). Le dispositif mis en place dans les deux classes expérimentales relève de la promotion de la conscience métacognitive mais cela ne semble pas avoir aidé les élèves à augmenter leur motivation autodéterminée. La classe ayant reçu un enseignement émotionnel subit une légère diminution de la motivation intrinsèque, tellement légère qu'elle en est presque nulle. La moyenne des élèves répondants aux 4 items sur ce type de motivation était élevée (5,28 sur une échelle de Likert de 7 points) dès le départ mais n'a pas évolué favorablement malgré le dispositif.

Pourquoi cette diminution de la motivation auto-déterminée ?

La motivation intrinsèque fait référence à l'accomplissement d'une activité pour elle-même, afin de ressentir le plaisir et la satisfaction inhérents à l'activité (Guay et al., 2000). Or, nous savons que la résolution de problèmes est souvent source de difficultés pour les élèves. Adihou (2011) cite Roditi (2004) qui affirme que « *la résolution d'un problème de mathématiques (...) demande un certain engagement du sujet dans la tâche, la mise en place, la formulation ou la construction d'hypothèses, une démarche en somme, mais aussi un abandon en cas d'échec et un recommencement (...)* » (p.8). L'échec est fréquent en résolution de problèmes. Les élèves se sentent impuissants face aux problèmes complexes (Carette, 2007 ; Crahay & Detheux, 2005 ; Marcoux, 2012, cités par Demonty, Dupont & Fagnant, 2014), ils éprouvent des difficultés à trouver le moyen « idéal » pour résoudre le problème étape par étape. L'enseignement explicite des 8 stratégies métacognitives a pour but d'aider à avancer dans la résolution de manière cognitive et métacognitive, de manière rigoureuse sans enfermer dans un canevas unique. Notre objectif était de rassurer les élèves sur la maîtrise de l'activité et de les aider à ressentir du plaisir, à faire cette activité par satisfaction. Malgré nos attentes, l'effet escompté n'est pas visible dans les résultats de la sous-échelle de mesure de la motivation intrinsèque.

La régulation identifiée, quant à elle, diminue également très légèrement dans les classes expérimentales. Sur ce point, nous n'avons pas les mêmes résultats que ceux de Frusch. En 2017, elle mettait en place l'enseignement de stratégies métacognitives (pour rappel, nous

avons utilisé sa grille de 8 étapes) avec les mêmes problèmes donnés aux élèves tout au long du dispositif combiné à un enseignement coopératif. Cette condition est comparable à notre classe expérimentale SR. Les élèves de la classe MC ont un gain de 0,86. Ce qui lui fait dire : « La combinaison d'un apprentissage coopératif et d'une pédagogie métacognitive permet une augmentation de la motivation autodéterminée des élèves. L'ampleur de l'effet de cette mise en place est forte. » (p.76). C'est une observation qui n'est pas valable dans notre cas.

Et pour la motivation non-autodéterminée ?

A l'analyse du questionnaire de la motivation non-autodéterminée, nous constatons que celle-ci diminue dans les deux classes expérimentales alors qu'elle augmente dans les classes contrôles. Ce résultat semble confirmer l'impact de la mise en place du dispositif. Néanmoins, la diminution est plus marquée dans la classe SR, sans travail sur les émotions. Le dispositif sur les compétences émotionnelles ne semble pas apporter un plus dans la diminution de la régulation externe et de l'amotivation. Le travail sur les émotions n'est pas aisé, il demande à l'enseignant de définir auprès des élèves un concept que les chercheurs eux-mêmes ont du mal à définir. Et comme nous l'avons vu dans le chapitre théorique sur les émotions, il faut en reconnaître les différentes caractéristiques (Pons et al., 2015), les multiples facettes (Mikolajczak et al., 2014). Il faut les comprendre et les réguler (Sarni, 2011, citée par Pons et al., 2015) ce qui nous amène à penser qu'il est difficile d'y voir clair pour les élèves à court terme. Lors de notre expérimentation, nous avons parfois été confrontée à des élèves qui refusaient de parler de leurs émotions. Ces élèves de 5^e et 6^e année sont à un âge où ils subissent de nombreux changements (transformation du corps, fin des études primaires...). Ils nous ont fait sentir leur malaise face à l'expression de certaines émotions comme l'amour (« Non, non, c'est la gêne de donner encore la main à ses parents...»). Dans ces moments, les élèves semblaient en accord avec ce nous disions mais ne souhaitaient pas l'exprimer à voix haute. C'est pourquoi, ils avaient aussi des espaces dans le dossier sur les émotions pour y écrire leur ressenti en toute discrétion.

Nous pouvons supposer que l'enseignement explicite de stratégies métacognitives avec enseignement réciproque dans les deux classes expérimentales a mené à une diminution de la motivation non-autodéterminée même si elle est faible. Selon Guay et al. (2000), un contexte social qui offre aux gens la possibilité de satisfaire leurs besoins fondamentaux

conduira à des types de motivation autodéterminés (motivation intrinsèque et régulation identifiée) alors que les événements qui contrecarrent ces besoins produiront des types de motivation non autodéterminée (c'est-à-dire, régulation externe et amotivation). L'enseignement réciproque autour d'un problème mathématique se vit par groupe de 4 élèves, cette structure semble réduire la motivation non autodéterminée.

L'ensemble de ces résultats semblent montrer qu'il est difficile de travailler sur la motivation et d'obtenir des résultats probants à court terme.

Les hypothèses 3a, **les gains au questionnaire sur la motivation autodéterminée seront plus élevés dans les classes expérimentales que dans les classes contrôles** et 3b, **les gains au questionnaire sur la motivation autodéterminée seront plus élevés dans la classe expérimentale SRE que dans les trois autres classes**, ne sont pas validées.

L'hypothèse 3c, **les gains au questionnaire sur la motivation non-autodéterminée seront moins élevés dans les classes expérimentales que dans les classes contrôles** est validée avec une légère différence.

Mais l'hypothèse 3d, **les gains au questionnaire sur la motivation non-autodéterminée seront moins élevés dans la classe expérimentale SRE que dans les trois autres classes** n'est pas validée.

9.4. L'effet de l'utilisation de stratégies métacognitives combinées à un enseignement réciproque sur **les émotions ressenties** lors de la résolution de problèmes avec ou sans un travail sur les émotions (hypothèse 4)

Autour des émotions positives

Dans l'ensemble des classes, la moyenne des émotions positives a diminué. Or, la régulation des émotions vise à augmenter les émotions positives et à faire face aux émotions négatives (Zeidner & Endler, 1996, cités par Pintrich, 2000). Le dispositif mis en place dans la classe expérimentale SRE avait pour objectif d'améliorer la compétence émotionnelle des élèves par un travail spécifique de reconnaissance, de régulation, de compréhension des émotions. Il semble que cela n'ait pas bénéficié aux émotions positives ressenties par les élèves. Mais il faut remarquer que la moyenne du prétest de la classe SRE était de 4,33 sur une échelle de Likert de 5. Cela étant déjà une excellente moyenne de

ressenti des émotions, elle ne pouvait pas évoluer beaucoup. Il est cependant à constater que le travail sur les émotions n'a pas permis d'améliorer la sensation d'émotions positives ressenties.

Il y a une légère différence entre les classes expérimentales : les élèves qui ont bénéficié d'un travail sur les émotions ont moins perdu (-0,04) que les élèves qui n'en ont pas bénéficié (-0,28). L'enseignement réciproque ne semble pas avoir porté ses fruits quant aux émotions positives ressenties. Selon Tainio et Laine (2015), il est important de faire attention aux aspects émotionnels de l'interaction dans l'enseignement des mathématiques. Le travail de groupe, tel l'enseignement réciproque mis en place, ne convient pas à tous les élèves. Et si les performances des élèves plus faibles ou moyens ont évolué dans ce contexte, le travail collaboratif ne semble pas augmenter les émotions positives. De plus, ces résultats sont à prendre avec précaution puisque l'ampleur de l'effet la plus élevée celle de la classe SR, avec un résultat de -0,24, est qualifiée de faible.

Autour des émotions négatives

Dans son article, Govaerts (2006, cité par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016b) rapporte que les élèves de première année (secondaire) ont des émotions négatives autant que positives dans les salles de mathématiques. Pour ce qui est des émotions négatives, nous nous attendions à une diminution de celles-ci dans la classe SRE. Nos résultats montrent une diminution moyenne des émotions négatives dans les 3 classes. Nous espérons une diminution plus importante dans la classe SRE, ayant travaillé spécifiquement les compétences émotionnelles mais les émotions négatives ne diminuent que de -0,17 alors que dans la classe contrôle, elles diminuent de -0,24. Cela dit les deux amplitudes de l'effet sont considérées comme faibles. Fait intéressant, à l'inverse des émotions positives, les émotions négatives semblaient moins présentes de base dans les classes, en moyenne la classe SRE démarre avec 2,81, la classe SR, 2,51 et la classe contrôle 2,40. Ces moyennes sont peu élevées. Pour rappel, l'échelle de mesure des émotions est de 1 à 5. Dans notre travail, les émotions positives, même si elles ont tendance à diminuer étaient plus présentes dans les 3 classes concernées que les émotions négatives. Dans l'ensemble, les émotions positives ont un effet bénéfique sur l'attention de l'élève, la motivation à apprendre, le choix des stratégies d'apprentissage, l'autorégulation de l'apprentissage, la performance scolaire et aussi sur sa santé psychologique et physique. À l'inverse, et

globalement, les émotions négatives ont un effet néfaste sur ces dimensions (Ahmed, van der Werf, Kuyper & Minnaert, 2013 ; Peixoto, Sanches, Mata & Monteiro, 2017 ; Pekrun, 2006, 2014 ; cités par Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018).

Focus sur l'expérimentation de Hanin et Van Nieuwenhoven

Dans cette dernière étude de 2018, Hanin et Van Nieuwenhoven ont obtenu des résultats positifs quant aux émotions. Elles avaient mis en place 4 conditions : 1) Tout d'abord, une condition «cognitive» où le processus de résolution de problèmes présenté ci-dessus, intégré dans une approche globale autorégulée, est enseigné selon la méthodologie suggérée par Veenman, Van Hout-Wolters et Afflerbach (2006). 2) Ensuite, une condition « émotion » où un large éventail d'activités sont présentées sur la relation affective de l'apprenant face à des tâches de résolution de problèmes pour développer ses connaissances et ses compétences émotionnelles. 3) Puis une condition « émotion et cognition » qui chevauche les deux conditions précédentes. 4) Et enfin, une condition de contrôle.

Dans l'ensemble la condition « émotion et cognition » a montré une réduction des émotions négatives, a suscité l'émergence des émotions positives, a favorisé l'utilisation de stratégies adaptatives de régulation des émotions et a découragé l'utilisation des émotions inadaptées. Ces résultats sont intéressants même s'ils diffèrent des nôtres. Notre classe SRE est similaire à la condition « émotion et cognition » de Hanin et Van Nieuwenhoven. Nous avons obtenu une diminution des émotions négatives comme des positives. Ces chercheuses, malgré le résultat positif pour les émotions positives, font le même constat : « plusieurs chercheurs ont souligné que la durée, l'intensité et la fréquence des activités de l'intervention influent sur les résultats (par exemple, Durlak, Dymnicki, Taylor, Weissbergand et Schellinger, 2011, Greenberg, Domitrovich, Graczyk et Zins, 2005). » (p.299).

Conclusion sur l'impact des émotions

Les résultats sur les émotions ne sont pas visibles dans ce travail. Comme le soulignent plusieurs auteurs (dont Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018), le nombre de séances sur les compétences émotionnelles est important. Trop peu de temps ne permet pas à l'élève d'intégrer tout ce qu'il a appris et de voir des différences importantes sur les variables. Ici, nous avons travaillé pendant 5 leçons avec les élèves. Ce temps d'expérimentation est

court. Il semblerait intéressant de donner plus fréquemment l'occasion aux élèves de travailler sur les émotions. Les chercheurs ont convenu que les élèves devaient acquérir des connaissances et des compétences liées aux émotions (Goetz et al., 2005, Mikolajczak et al., 2009, Pekrun, 2014). Tout comme il est d'une importance majeure pour les étudiants de connaître et de contrôler leurs activités cognitives, il est crucial qu'ils fassent de même avec leurs émotions (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2018).

Les hypothèses qui découlent de ce dispositif à savoir la 4a, **les résultats du questionnaire sur les émotions présenteront une hausse des émotions positives ressenties dans la classe expérimentale SRE par rapport aux trois autres classes** et la 4b, **les résultats du questionnaire sur les émotions présenteront une diminution plus importante des émotions négatives dans la classe expérimentale SRE par rapport aux trois autres classes** sont toutes deux invalidées.

9.6. Limites du travail

Cette recherche comporte une série de limites.

Les échantillons sont très petits. Un nombre limité de sujets ne permet pas de tirer des conclusions générales d'efficacité. Les élèves concernés étaient en 5^e ou 6^e année primaires. Même si c'est un cycle et le travail sur les problèmes se trouve être le même dans les 2 années, on ne peut négliger la différence entre les élèves.

Le temps d'action était très court. Notre intervention sur le travail émotionnel était de 5 séances, ce qui représente une dizaine d'heures réparties sur 5 semaines d'affilée. Les élèves avaient peu de temps pour intégrer ces nouveaux apprentissages. Peut-on dire que les émotions puissent être découvertes, comprises, régulées..., que l'intelligence émotionnelle puisse être développée si vite ?

Le nombre de problèmes résolus à l'aide des stratégies métacognitives et de l'enseignement réciproque est également restreint. Au nombre de 4, on peut concevoir que la mise en place d'un tel dispositif aurait peut-être plus d'impact avec plus de temps et de problèmes à résoudre.

Une autre limite de ce travail est qu'il repose en grande partie sur les pratiques déclarées donc basées sur le ressenti du répondant. Tous les questionnaires sont des échelles de

Likert auxquelles les élèves doivent répondre spontanément. Or, par exemple, en ce qui concerne les émotions, l'auto-évaluation est le seul moyen de saisir le contenu subjectif de l'expérience émotionnelle (Pekrun, 2006) mais elle présente un certain nombre d'inconvénients distincts. L'auto-évaluation ne peut pas fournir des estimations en temps réel des processus émotionnels, et les mesures d'auto-évaluation sont difficiles à construire de sorte qu'elles rendent des échelles d'intervalles ou de rapports qui capturent avec précision des relations plus complexes et non linéaires. En outre, l'auto-évaluation peut être sujette à des biais de réponse et n'est pas bien adaptée pour évaluer les processus émotionnels qui ont un accès limité à la conscience.

Un autre frein pourrait être la chercheuse. C'est elle qui a donné toutes les leçons, les tests, le travail émotionnel mais l'impact de l'enseignant sur les élèves et leurs performances n'est pas à négliger. Différents auteurs (Sanders & Rivers, 1996 ; Webster & Mendro, 1997 ; Wright et al., 1997 ; Sanders & Horn, 1998 ; Sanders, 2000 ; Babu & Mendro, 2003, cités par Gauthier et al., 2005), ont confirmé que le milieu scolaire, et plus particulièrement l'enseignant, jouent un rôle important pour favoriser l'apprentissage des élèves, et ce, au-delà des considérations familiales ou motivationnelles. Or, dans ce dispositif, il s'agit pour les élèves de révéler leurs émotions à une « parfaite inconnue », ce qui peut avoir impacté l'apprentissage émotionnel.

Chapitre 10 : Conclusion

En 2016, Hanin et Van Nieuwenhoven invitaient à « examiner l'impact d'une formation de développement des compétences émotionnelle auprès d'élèves de 5^{ème} année en mathématiques sur la motivation, la persistance et la performance mathématique » (2016b, p.9). En 2017, Frusch examinaient l'impact d'un apprentissage coopératif de stratégies métacognitives sur des élèves de 6^e année primaire. En 2018, Hanin et Van Nieuwenhoven tentaient le développement de connaissances et compétences cognitives et émotionnelles auprès d'élèves de 5^e et 6^e année primaire. Ces 3 recherches ont largement inspirés notre travail.

Après une revue de la littérature portant sur les émotions, sur la motivation, la persévérance et la métacognition, nous avons mis en place un dispositif d'enseignement explicite de stratégies de résolution de problèmes. Ces stratégies ont été utilisées dans un enseignement réciproque dans des classes expérimentales de 5^e et 6^e primaire autour de la question de recherche « **Quel est l'impact d'un enseignement réciproque de stratégies métacognitives sur les performances en résolution de problèmes mathématiques, sur la persévérance, la motivation et sur les émotions ?** ».

A la lumière de nos résultats, nous pouvons synthétiser les effets observés.

Les apports de la combinaison Stratégies-Réciproque-Emotions

L'enseignement réciproque de stratégies métacognitives combiné à un travail sur les émotions a permis aux élèves d'augmenter leurs performances en résolution de problèmes. L'effet a été bénéfique pour les élèves faibles et moyens. Les élèves forts ont légèrement diminué. Cette condition a également permis de maintenir la persévérance avec une très légère augmentation. Au niveau de la motivation, nous observons des résultats inattendus : la motivation autodéterminée diminue dans ses deux sous-composantes mesurées, la motivation intrinsèque et la régulation identifiée. A contrario, la motivation non-autodéterminée diminue dans ses deux sous-composantes, la régulation externe et l'amotivation et c'est un résultat positif. Pour ce qui est des émotions positives, cette condition n'a pas permis de les augmenter. Elles diminuent très faiblement. Les émotions négatives diminuent également.

Il semble que le dispositif ait fonctionné en partie. Si nous espérons de meilleurs résultats concernant les émotions positives et la motivation autodéterminée, notre recherche met en évidence la difficulté de développer les compétences émotionnelles et la motivation sur un court terme. Il semble plus facile d'agir contre les émotions négatives et la motivation non-autodéterminée que de susciter des émotions positives.

Rappelons que les élèves forts de cette classe expérimentale se sont distingués des autres élèves par leurs résultats contradictoires : baisse de performance mais hausse de la motivation autodéterminée. Les raisons ne sont pas identifiées avec certitude, même en croisant les variables, aucune explication solide n'a pu être dégagée.

Les apports de la combinaison Stratégies-Réciproque

Dans la deuxième classe expérimentale, nous constatons une augmentation des performances également mais, à nouveau, pas pour les élèves forts. Ensuite, la persévérance a légèrement diminué. Pour les types de motivation, nous retrouvons les mêmes résultats que le groupe classe qui a travaillé sur les émotions : diminution des deux sous-composantes de la motivation autodéterminée et diminution de la motivation non-autodéterminée. Enfin nous observons une diminution des émotions négatives mais également des positives.

Ces résultats confirment en partie nos hypothèses. Ils concordent également en partie avec les résultats d'autres études (Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016 ; 2018 ; Frusch, 2017). Il est cependant évident que le travail sur les émotions n'en est qu'à ses débuts. Hanin et van Nieuwenhoven (2016b) rappellent d'ailleurs la nécessité de travailler les émotions et la motivation en même temps afin d'en évaluer les effets sur les performances.

Notre travail reste inachevé et rencontre des limites qui peuvent se transformer en nouvelles hypothèses de recherche.

Bibliographie

- Adihou, A. (2011). Enseignement-Apprentissage des mathématiques et souffrance à l'école. Université du Québec à Rimouski, Canada.
- Baudrit, A. (2014). Enseignement réciproque et tutorat réciproque : Analyse comparative de deux méthodes pédagogiques. *Revue Française de Pédagogie*, 171, 119-143.
- Berger, J.-L.(2015). Apprendre : la rencontre entre motivation et métacognition. Berne, Suisse : Peter Lang.
- Blanchard, E., & Frasson, C. (2007). *Un système tutoriel intelligent inspiré des jeux vidéo pour améliorer la motivation de l'apprenant*. En ligne http://sticf.univ-lemans.fr/num/vol2007/09-blanchard /sticf_2007_blanchard_09.htm
- Caballero, A., Blanco, L., Guerrero, E. (2011). Problem Solving and Emotional Education in Initial Primary Teacher Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7(4), 281-292.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112 (1), 155-159.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Favoriser la motivation optimale et la santé mentale dans les divers milieux de vie. *Canadian Psychology*, 49 (1), 24-34. doi : 10.1037/0708-5591.49.1.24
- Fagnant, A., & Demonty, I. (2012). Résoudre des problèmes : pas de problème ! Guide méthodologique et documents reproductibles – 10-12 ans. Bruxelles, Belgique : De Boeck.
- Frusch, J. (2017). *Enseignement explicite de stratégies cognitives et métacognitives et apprentissage coopératif : une combinaison gagnante pour améliorer les performances, renforcer la motivation et diminuer l'anxiété face à la résolution de problèmes en fin d'enseignement primaire ?* (Master's thesis). Université de Liège. Liège. Retrieved from <https://matheo.uliege.be/>.
- Gauthier, C., Bissonnette, S., & Richard, M. (2007). L'enseignement explicite. In V. Dupriez & G. Chapelle (eds.), *Enseigner* (pp.107-116). Paris : Presses universitaires de France.
- Gauthier, C., Mellouki, M. H., Simard, D., Bissonnette, S., & Richard, M. (2005). Quelles sont les pédagogies efficaces?. Un état de la recherche. *Les cahiers du débat*.

- Govaerts, S., & Grégoire, J. (2006). Chapitre 8. Motivation et émotions dans l'apprentissage scolaire. In B. Galand & E. Bourgeois (Eds), (Se) motiver à apprendre (pp. 97-106). Presses Universitaires de France.
- Guay, F., Vallguayerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24(3), 175-213.
- Hanin, V. (2018). Thèse en préparation.
- Hanin, V. & Van Nieuwenhoven, C. (2016a). Evaluation d'un dispositif pédagogique visant le développement de stratégies cognitives et métacognitives en résolution de problèmes en première secondaire. *Evaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation*, 2(1), pp. 53-88.
- Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2016b). The influence of motivational and emotional factors in mathematical learning in secondary education. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 66(3), 127-138.
- Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2018). Developing an Expert and Reflexive Approach to Problem-Solving: The Place of Emotional Knowledge and Skills. *Psychology*, 9, 280-309. <https://doi.org/10.4236/psych.2018.92018>.
- Houdement, C. (2014). Des connaissances fonctionnelles (mais ignorées) en résolution de problèmes arithmétiques Cahiers des Sciences de l'Éducation – Université de Liège (aSPe) – 36/2014 7 LDAR1, Université de Rouen, France
- Lafontaine, A., Terwagne, S. & Vanhulle, S. (2006). L'enseignement réciproque issu de Les cercles de lecture. Interagir pour développer ensemble des compétences de lecteurs. Bruxelles, Belgique : De Boeck. pp118 à 134.
- Mevarech, Z., & Kramarski, B. (2014). Chapter 2. What is metacognition. In *Critical Maths for Innovative Societies. The Role of Metacognitive Pedagogies* (pp 35-48). OECD publishing.
- Mikolajczak, M., Quidback, J., Kotsou, I., & Nélis, D. (2014). *Les compétences émotionnelles* (Emotional competencies). Paris, France : Dunod.
- OCDE (2010). Comment apprend-on ? : La recherche au service de la pratique, Editions OCDE. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264086944-fr>

- Palincsar, A. S. & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition Instruct.* 1:117-75. 1984. [Center for the Study of Reading, University of Illinois, Champaign-Urbana. IL].
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation : theory, research, and applications* (pp. 451-502). San Diego : Academic Press.
- Pons, F., Gimenez-Dasi, M., Nives Sala, M., Molina, P., Tornare, E. & Andersen, B. (2015). Compréhension et régulation des émotions à l'école. In *Psychologie des apprentissages scolaires*. (Eds) M. Crahay, M. Dutrévis. 2ème édition DE Boeck supérieur : lieu ????? (p118)
- Quiles, C. (2014). Comment évaluer la métacognition ? Intérêts et limites de l'évaluation de la conscience métacognitive " on-line ". *Médecine humaine et pathologie*. Université de Bordeaux, Français.
- Sarrazin, P., Pelletier, L., Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2011). Nourrir une motivation autonome et des conséquences positives dans différents milieux de vie: les apports de la théorie de l'autodétermination. *Traité de psychologie positive*. Bruxelles: De Boeck, 273-312.
- Sarrazin, P., Tessier, D., & Trouilloud, D. (2006) « Climat motivationnel instauré par l'enseignant et implication des élèves en classe : l'état des recherches », *Revue française de pédagogie*. [En ligne], 157 | octobre-décembre 2006, mis en ligne le 01 décembre 2010. URL : <http://rfp.revues.org/463> ; DOI : 10.4000/rfp.463
- Schillings, P. (2017). *PEDA4045-1 Enseignement et apprentissage du français dans l'enseignement fondamental et secondaire inférieur : Partim 1*. Liège, Belgique: ULg.
- Slavin, R. E. (2010). Apprentissage coopératif : pourquoi ça marche? In H. Dumont, D. Istance, & F. Benavides (Eds.), *Comment apprend-on? La recherche au service de la pratique* (pp. 171-189). Paris, France: Éditions OCDE.
- Tran, V. D. (2014). The effects of cooperative learning on the academic achievement and knowledge retention. *International Journal of Higher Education*, 3(2), 131.
- Tzohar-Rozen, M., & Kramarski, B. (2014). Metacognition, motivation and emotions: Contribution of self-regulated learning to solving mathematical problems. *Global Education Review*, 1(4).

van Garderen, D. (2004). Reciprocal teaching as a comprehension strategy for understanding mathematical word problems. State University of New York at New Paltz, New York, USA. DOI : 10.1080/10573560490272702

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders, *Mathematical Thinking and Learning*, 1:3, 195-229, DOI: 10.1207/s15327833mtl0103_2

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). Making sense of word problems. Heereweg, The Netherlands: Swets & Zeitlinger.

Viau, R. (1994). La motivation en contexte scolaire. Québec : Les Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.) par Marie-Ève Lacroix et Pierre Potvin, Université du Québec à Trois-Rivières LA MOTIVATION SCOLAIRE retrieved from <http://rire.ctreq.qc.ca/lamotivation-scolaire-version-integrale/>.

Table des tableaux

TABLEAU 1 - ECHANTILLON FINAL	58
TABLEAU 2 - PLAN D'ACTION.....	60
TABLEAU 3 - EVOLUTION DES PERFORMANCES EN FONCTION DU DISPOSITIF REÇU	67
TABLEAU 4 - EVOLUTION DES PERFORMANCES PAR PROBLÈMES DANS LES 3 CLASSES	69
TABLEAU 5 - EVOLUTION DES PERFORMANCES DE LA CLASSE EXPÉRIMENTALE SRE.....	70
TABLEAU 6 - EVOLUTION DES PERFORMANCES DE LA CLASSE EXPÉRIMENTALE SE.....	70
TABLEAU 7 - EVOLUTION DES PERFORMANCES DE LA CLASSE CONTRÔLE.....	71
TABLEAU 8 - GAINS DES ÉLÈVES FORTS PAR ÉCHELLE	72
TABLEAU 9 - EVOLUTION DES SIGNES DE PERSÉVÉRANCE	73
TABLEAU 10 - EVOLUTION DE LA MOTIVATION DANS LES 3 CLASSES.....	75
TABLEAU 11 - EVOLUTION DES ÉMOTIONS POSITIVES ENTRE LES PRÉTESTS ET LES POST-TESTS DANS LES TROIS CLASSES.....	78
TABLEAU 12 - EVOLUTION DES ÉMOTIONS NÉGATIVES ENTRE LE PRÉ ET LE POST-TEST DANS LES 3 CLASSES	80
TABLEAU 13 - CLASSE SRE - MOTIVATION AUTODÉTERMINÉE	51
TABLEAU 14 - CLASSE SRE - MOTIVATION NON AUTODÉTERMINÉE.....	52
TABLEAU 15 - CLASSE SRE - EMOTIONS POSITIVES	53
TABLEAU 16 - CLASSE SRE - EMOTIONS NÉGATIVES	54
TABLEAU 17 - CLASSE SR - MOTIVATION AUTODÉTERMINÉE	59
TABLEAU 18 - CLASSE SR - MOTIVATION NON AUTODÉTERMINÉE.....	60
TABLEAU 19 - CLASSE SR - EMOTIONS POSITIVES	61
TABLEAU 20 - CLASSE SR - EMOTIONS NÉGATIVES	62
TABLEAU 21 - CLASSE C - MOTIVATION AUTODÉTERMINÉE	67
TABLEAU 22 - CLASSE C - MOTIVATION NON AUTODÉTERMINÉE	68
TABLEAU 23 - CLASSE C - EMOTIONS POSITIVES	69
TABLEAU 24 - CLASSE C - EMOTIONS NÉGATIVES	71

Annexes`

ANNEXE 1 - PRÉTESTS ET POST-TESTS	0
ANNEXE 2 - GUIDE DE CORRECTION DES PRÉTESTS ET POST-TESTS	3
ANNEXE 3 - QUESTIONNAIRE MESURANT LE TYPE DE MOTIVATION DE L'ÉLÈVE	8
ANNEXE 4 - QUESTIONNAIRE MESURANT LA PERSÉVÉRANCE DE L'ÉLÈVE	10
ANNEXE 5 - QUESTIONNAIRE MESURANT LES ÉMOTIONS RESENTIES PAR L'ÉLÈVE	11
ANNEXE 6 - LEÇON D'ENSEIGNEMENT DE STRATÉGIES (MÉTA)COGNITIVES DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES	12
ANNEXE 7 - MISE EN PLACE DE L'ENSEIGNEMENT RÉCIPROQUE PAR GROUPE.....	18
ANNEXE 8 - LISTE DES ÉTAPES À SUIVRE POUR M'AIDER À RÉSOUDRE UN PROBLÈME MATHÉMATIQUE.....	25
ANNEXE 9 - SÉQUENCES SUR LES ÉMOTIONS DANS LA CLASSE EXPÉRIMENTALE STRATÉGIE-RÉCIPROQUE- EMOTIONS	27
ANNEXE 10 - DOSSIER DE L'ÉLÈVE SUR LES ÉMOTIONS.....	36
ANNEXE 11 - SCORES MOYENS OBTENUS PAR LES ÉLÈVES DE LA CLASSE EXPÉRIMENTALE STRATÉGIE- RÉCIPROQUE-EMOTIONS AUX DIFFÉRENTS TESTS	48
ANNEXE 12 - SCORES MOYENS OBTENUS PAR LES ÉLÈVES DE LA CLASSE EXPÉRIMENTALE SR AUX DIFFÉRENTS TESTS.....	55
ANNEXE 13 - SCORES MOYENS OBTENUS PAR LES ÉLÈVES DES CLASSES CONTRÔLES AUX DIFFÉRENTS TESTS	63
ANNEXE 14 - CALCULS DES ALPHAS DE CRONBACH DES DIFFÉRENTES ÉCHELLES UTILISÉES.....	72
ANNEXE 15 – TABLEAU D'ANALYSE DES SCORES MOYENS DES ÉLÈVES FORTS.....	79

Annexe 1 - Prétests et post-tests

Prénom : Classe de M/Mme Numéro d'ordre : F/G

Problème 1 : prétest

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Le club des jeunes part en excursion.

Le club des jeunes de Tournai part en excursion. Plusieurs activités sont prévues pour les 24 participants :

- Visite de l'aquarium : 6 entrées pour 10 €.
- Voyage en train : 120 € pour le groupe.

Chaque participant apporte 5€. Le reste de l'excursion est payé par l'école.

Combien l'école doit-elle payer ?

(Fagnant & Demonty, 2012)

2. Espace de travail

3. Réponse

.....

.....

Problème 1 : post-test

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Les élèves de 6ème année partent en excursion.

Les 20 élèves de 6ème année de notre école partent en excursion à Walibi. L'entrée à Walibi coûte 200€ pour 10 élèves. Pour faire le trajet, leur institutrice a réservé un car qui lui a coûté 300€.

Chaque élève a apporté 15€ et le reste de l'excursion est payé par l'association de parents. Combien l'association de parents devra-t-elle payer ?

Problème 2 : prétest

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Les billes de Nicolas.

Nicolas a joué deux parties de billes aujourd'hui contre Cécilia : une à la récréation du matin, et l'autre après le diner. Le matin, Nicolas a gagné 3 billes et, après le diner, c'est Cécilia qui en a gagné 5.

A la fin de la journée, Nicolas compte ses billes : il en a 28.

Combien de billes Nicolas avait-il en arrivant à 8 heures à l'école ?

(Evaluations externes P5 2014)

Problème 2 : post-test

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Stéphanie joue aux cartes Pokémons.

Aujourd'hui, Stéphanie a joué deux parties de cartes Pokémons contre Romain : une pendant le temps de midi et une à la garderie. Pendant midi, Stéphanie a perdu 5 cartes et à la garderie, c'est Romain qui en a perdu 3 cartes.

A la fin de la journée, Stéphanie recompte ses cartes : elle en a 30.

Combien de cartes Stéphanie avait-elle en arrivant à l'école ce matin ?

Problème 3 : prétest

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

La direction a acheté 24 raquettes de badminton pour un montant total de 96€.

Elle désire acheter 10 raquettes supplémentaires.

Combien ces 10 raquettes couteront-elles ?

(CEB, 2013)

Problème 3 : post-test

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Achat de raquettes

Le professeur de gymnastique a acheté 16 raquettes de badminton pour un montant total de 64€. Il désire acheter 20 raquettes supplémentaires.

Combien ces 20 raquettes couteront-elles ?

Problème 4 : prétest

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Les élèves de 6ème année de notre école décident de réaliser un potager dans leur école. Voici la liste du matériel de jardinage dont ils ont besoin pour réaliser leur projet.

- 1 bêche à 48,75€
- 1 arrosoir à 25,50€
- 1 râteau à 24,05€
- 1 brouette à 140€

Une vente de bougies sera organisée afin de récolter l'argent pour l'achat de ce matériel. La classe gagne 2€ par bougie vendue.

Combien de bougies doit-on vendre au **minimum** afin d'acheter ce matériel de jardinage ?
(CEB, 2013)

Problème 4 : post-test

1. Lis et résous seul(e) ce problème.

Une troupe de scouts décide de récolter de l'argent pour acheter du matériel afin d'aménager leur nouveau local.

Voici la liste du matériel dont ils auraient besoin :

- 1 table à 25,75 €
- 1 portemanteau à 18,75 €
- 1 horloge à 14,05 €
- 1 porte d'entrée à 160 €

La troupe a organisé une vente de paquets de gaufres aux fruits pour financer l'achat du matériel dont elle aurait besoin. La troupe gagne 2 € pour chaque paquet vendu.

Combien de paquets de gaufres devra-t-elle vendre au **minimum** afin d'acheter ce nouveau matériel ?

Annexe 2 - Guide de correction des prétests et post-tests

(source : Frusch, 2017)

Correction du problème 1 : prétest

	/5
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations.	
<p><i>Doivent apparaitre :</i></p> <p>→ Le calcul du prix d'entrée pour 24 élèves à la visite de l'aquarium 6 entrées → 10€ 24 entrées → 40€</p> <p>→ Le calcul du coût du voyage (aquarium + train) : 40€ + 120€ =</p> <p>→ Le calcul de la somme devant être apportée par les élèves : 24 x 5 =</p> <p>→ La soustraction entre le coût total du voyage et la somme totale apportée par les élèves pour trouver le montant à payer par l'école : 160€-120€ =</p>	4 x ½ point
2. Utilisation des outils mathématiques.	
<p><i>Doivent apparaitre :</i></p> <p>→ Le prix pour 24 entrées : 40€</p> <p>→ Le coût total du voyage : 160€</p> <p>→ La somme totale apportée par les élèves : 120€</p> <p>→ La différence entre le coût total du voyage et la somme totale apportée par les élèves = 40€.</p>	4x ½ point Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques → retirer ½ point si « une fausse égalité apparait ».
3. Communication de la réponse.	
<p>Doivent apparaitre 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase. - Le résultat final attendu : 40€. - Le symbole € ou le mot euro. 	3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point

Correction du problème 1 : post-test

	/5
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations.	
<p><i>Doivent apparaitre :</i></p> <p>→ Le calcul du prix d'entrée pour 20 élèves à Walibi</p> <p>10 entrées → 200€ 20 entrées →</p> <p>→ Le calcul du coût du voyage (entrée + car) : 300€ + 400€ =</p> <p>→ Le calcul de la somme à apporter par les élèves : 20 x 15 =</p> <p>→ La soustraction entre le coût total du voyage et la somme totale apportée par les élèves pour trouver le montant à payer par l'école : 700 € - 300 € =</p>	4 x ½ point

2. Utilisation des outils mathématiques.	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Le prix pour 20 entrées : 400 € ➔ La somme destinée à établir le coût du voyage : 700 € ➔ Le produit à réaliser pour déterminer la somme totale à apporter par les élèves : 300 € ➔ La différence entre le coût total du voyage et la somme totale apportée par les élèves = 400 € 	<p>4x ½ point</p> <p>Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques</p> <p>➔ retirer ½ point si « une fausse égalité apparaît ».</p>
3. Communication de la réponse.	
<p>Doivent apparaître 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase. - Le résultat final attendu : 400€. - Le symbole € ou le mot euro. 	<p>3 éléments = 1pt</p> <p>2 sur 3 = ½ point</p>

Correction du problème 2 : prétest

/3	
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations.	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <p><i>Démarche 1)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Le calcul entre le nombre de billes que Nicolas possède au final et le nombre de billes perdues l'après-midi : $28 + 5 =$ ➔ Le calcul entre le nombre de billes qu'il avait après récréation du matin et le nombre de billes qu'il a gagnées : $33 - 3 =$ <p><i>Démarche 2)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Calculer le nombre de billes perdues : $5 - 3 = 2$ ➔ Additionner le nombre de billes perdues au nombre de billes en fin de journée : $28 + 2 = 30$ 	<p>2 x ½ point</p> <p style="text-align: center;">OU</p> <p>2 x ½ point</p>
2. Utilisation des outils mathématiques.	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <p><i>Démarche 1)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ La somme entre le nombre de billes au final et le nombre de billes perdues l'après-midi : 33 billes. ➔ La différence entre le nombre de billes qu'il avait après la récréation du matin et le nombre de billes qu'il a gagnées : 30 billes <p><i>Démarche 2)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ La différence entre le nombre de billes perdues et le nombre de billes gagnées : 2 ➔ La somme entre le nombre de billes perdues et le nombre de billes obtenues en fin de journée : 30 	<p>2 x ½ point</p> <p>Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques</p> <p>➔ retirer ½ point si « une fausse égalité apparaît ».</p>
3. Communication de la réponse.	
<p>Doivent apparaître 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase - Le résultat final attendu : 30 - Le mot « billes » 	<p>3 éléments = 1pt</p> <p>2 sur 3 = ½ point</p>

Correction du problème 2 : post-test

	/3
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <p><i>Démarche 1)</i></p> <p>➔ Le calcul entre le nombre de cartes que Stéphanie possède au final et le nombre de cartes gagnées à la garderie : $30 - 3 =$</p> <p>➔ Le calcul entre le nombre de cartes qu'elle avait après le temps de midi et le nombre de cartes qu'elle a perdues : $27 + 5 =$</p> <p><i>Démarche 2)</i></p> <p>➔ La différence entre le nombre de cartes perdues et le nombre de billes gagnées : $5 - 3 = 2$</p> <p>➔ La somme entre le nombre de cartes perdues et le nombre de billes obtenues en fin de journée : $30 + 2 = 32$</p>	2 x ½ point
2. Utilisation des outils mathématiques	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <p>☒ La différence entre le nombre de cartes au final et le nombre de cartes gagnées à la garderie : 27 cartes.</p> <p>☒ La somme entre le nombre de cartes qu'elle avait après le temps de midi et le nombre de cartes qu'elle a perdues : 32 cartes</p>	2 x ½ point Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques ➔ retirer ½ point si « une fausse égalité apparaît ».
3. Communication de la réponse	
<p>Doivent apparaître 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase - Le résultat final attendu : 32 - Le mot « cartes » 	3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point

Correction du problème 3 : prétest

	/2
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations	
<p><i>Doivent apparaître :</i></p> <p>➔ Une ou plusieurs opérations pour passer de 24 raquettes à 10 raquettes.</p> <p><i>Exemple : 24 raquettes ➔ 96 €</i></p> <p><i>1 raquette ➔ $96 : 24 = 4€$</i></p> <p><i>10 raquettes ➔ $4 \times 10 =$</i></p>	½ point
2. Utilisation des outils mathématiques	
<p><i>Doit apparaître :</i></p>	½ point

→ Le résultat correct pour l'opération choisie : 40.	Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques → retirer ½ point si « une fausse égalité apparaît ».
3. Communication de la réponse.	
Doivent apparaître 3 éléments : - Une réponse exprimée par une phrase - Le résultat final attendu : 40 - Le sigle € ou le mot « euros »	3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point

Correction du problème 3 : post-test

	/2
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations	
Doivent apparaître : → Une ou plusieurs opérations pour passer de 24 raquettes à 10 raquettes. Exemple : 16 raquettes → 64 € 1 raquette → 64 : 16 = 4€ → 20 raquettes → 4 x 20 = 80€	½ point
2. Utilisation des outils mathématiques	
Doit apparaître : → Le résultat correct pour l'opération choisie : 80.	4x ½ point Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques → retirer ½ point si « une fausse égalité apparaît ».
3. Communication de la réponse.	
Doivent apparaître 3 éléments : - Une réponse exprimée par une phrase . - Le résultat final attendu : 80. - Le sigle € ou le mot euro.	3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point

Correction du problème 4 : prétest

	/3
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations	
Doivent apparaître : → L'addition des prix des différents achats :	2 x ½ point

<p><i>Exemple :</i> $48,75 + 25,50 + 24,05 + 140$ → La division par deux :</p> <p>→ <i>Exemple : $238,30 : 2$</i></p>	
2. Utilisation des outils mathématiques	
<p><i>Doivent apparaitre :</i> → La somme de l'addition : 238,30 € ou 238,30. → Le quotient de la division : 119,15</p>	<p>2 x ½ point Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques → retirer ½ point si « une fausse égalité apparait ».</p>
3. Communication de la réponse	
<p>Doivent apparaitre 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase - Le résultat final attendu : 120 - Le mot « bougies » 	<p>3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point</p>

Correction du problème 4 : post-test

	/3
1. Compréhension de la tâche : exprimer par des mots ou des opérations	
<p><i>Doivent apparaitre :</i> → L'addition des prix des différents achats :</p> <p><i>Exemple :</i> $25,75 + 18,75 + 14,05 + 160 =$</p> <p>→ La division par deux :</p> <p><i>Exemple : $218,55 : 2$</i></p>	<p>2 x ½ point</p>
2. Utilisation des outils mathématiques	
<p><i>Doivent apparaitre :</i> → La somme de l'addition : 218,55 € ou 218,55 → Le quotient de la division : 109,275 ou 109,27 ou 109,28</p>	<p>2 x ½ point Rigueur : utilisation correcte des signes mathématiques → retirer ½ point si « une fausse égalité apparait ».</p>
3. Communication de la réponse	
<p>Doivent apparaitre 3 éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une réponse exprimée par une phrase - Le résultat final attendu : 110 - Le mot « paquets de gaufres » 	<p>3 éléments = 1pt 2 sur 3 = ½ point</p>

Annexe 3 - Questionnaire mesurant le type de motivation de l'élève

Pour rappel, les items 1, 5, 9 et 13 mesurent la motivation intrinsèque.

Les items 2, 6, 10 et 14 mesurent la régulation identifiée.

Les items 3, 7, 11 et 15 mesurent la régulation externe.

Les items 4, 8, 12 et 16 mesurent l'amotivation.

Questionnaire relatif à la motivation The Situational Motivation Scale (SIMS) (Guay et al.2000, cités par Frush, 2017)

Lis chaque affirmation avec attention. Puis, en utilisant l'échelle suivante, **entoure** le nombre qui décrit à quel point tu es en accord avec chaque affirmation. Réponds le plus honnêtement possible.

1. Ne me correspond pas du tout d'accord
2. Me correspond très peu
3. Me correspond un peu
4. Me correspond modérément
5. Me correspond assez
6. Me correspond beaucoup
7. Me correspond exactement

Pense chaque fois aux problèmes mathématiques.

		Ne me correspond pas du tout						Me correspond exactement
MOT1	Je trouve que cette activité est intéressante.	1	2	3	4	5	6	7
MOT2	Je fais cette activité pour mon bien.	1	2	3	4	5	6	7
MOT3	Je fais cette activité parce que je suis supposé(e) le faire.	1	2	3	4	5	6	7
MOT4	Il doit y avoir une bonne raison pour que je fasse cette activité mais je ne la vois pas.	1	2	3	4	5	6	7
MOT5	Je trouve cette activité plaisante.	1	2	3	4	5	6	7

MOT6	Je pense que cette activité est une bonne chose pour moi.	1	2	3	4	5	6	7
MOT7	Je fais cette activité parce que c'est quelque chose que je dois faire.	1	2	3	4	5	6	7
MOT8	Je fais cette activité mais je ne suis pas sûre que ça en vaille la peine.	1	2	3	4	5	6	7
MOT9	Je trouve que cette activité est fun/cool.	1	2	3	4	5	6	7
MOT10	C'est ma décision personnelle de faire cette activité.	1	2	3	4	5	6	7
MOT11	Je fais cette activité parce que je n'ai pas le choix.	1	2	3	4	5	6	7
MOT12	Je ne sais pas. Je ne vois pas ce que cette activité m'apporte.	1	2	3	4	5	6	7
MOT13	Je me sens bien quand je fais cette activité.	1	2	3	4	5	6	7
MOT14	Je fais cette activité parce que je pense que cette activité est importante pour moi.	1	2	3	4	5	6	7
MOT15	Je fais cette activité parce que j'ai le sentiment que je dois la faire.	1	2	3	4	5	6	7
MOT16	Je fais cette activité mais je ne suis pas sûr(e) que ce soit une bonne chose de la continuer.	1	2	3	4	5	6	7

Merci de ta participation !

Annexe 4 - Questionnaire mesurant la persévérance de l'élève

Items inspirés de l'échelle de persévérance de l'« Attitude Toward Mathematics Survey (ATM) » (Fredricks & McColskey, 2012, cités par HANIN & VAN NIEUWENHOVEN, 2016).

Lis chaque affirmation avec attention. Puis, en utilisant l'échelle suivante, **entoure** le nombre qui décrit à quel point tu es en accord avec chaque affirmation. Réponds le plus honnêtement possible.

1. Jamais 2. Parfois 3. Souvent 4. Presque toujours

		Jamais			Presque toujours
PERS1	Quand j'ai des difficultés à comprendre un problème en math, je le réexamine jusqu'à ce que je comprenne.	1	2	3	4
PERS2	Quand je suis face à un problème en math, j'essaie de le terminer aussi vite que possible, sans vérifier si mon raisonnement est correct.	1	2	3	4
PERS3	Quand j'ai des difficultés à résoudre un problème en math, j'ai plus tendance à indiquer une réponse au hasard qu'à regarder dans mon cahier pour voir comment faire.	1	2	3	4
PERS4	Même si j'ai difficile avec le problème, je continue à essayer de trouver la réponse.	1	2	3	4
PERS5	Quand je suis face à un problème en math, j'attends que l'enseignant(e) donne la réponse et je la recopie.	1	2	3	4
PERS6	Quand je rencontre des difficultés avec un problème en math, je continue à travailler dessus jusqu'à ce que je pense avoir trouvé.	1	2	3	4
PERS7	Quand je reçois un problème en math, je fais semblant de réfléchir ou de trouver la réponse.	1	2	3	4
PERS8	Dès que je rencontre une difficulté pendant que je résous un problème en math, j'abandonne et passe au suivant s'il y en a un.	1	2	3	4

Merci de ta participation !

Annexe 5 - Questionnaire mesurant les émotions ressenties par l'élève

Questionnaire relatif aux émotions (post-test)

Ci-dessous un extrait du questionnaire qui nous a été prêté par Vanessa Hanin (2018). Thèse en cours de finalisation. Documents non encore publiés.

Indique la **fréquence** à laquelle tu ressens, habituellement, chacune des **émotions** ci-dessous quand tu **résous un problème mathématique**.

	Jamais	Parfois	Souvent	Très souvent	Toujours
 Fierté	!	!	!	!	!

Annexe 6 - Leçon d'enseignement de stratégies (méta)cognitives de résolution de problèmes

Séance 1 : Enseignement explicite des stratégies métacognitives de résolution de problèmes

Compétences transversales travaillées :

Analyser et comprendre un message.

Résoudre, raisonner et argumenter.

Appliquer et généraliser.

Structurer et synthétiser.

Objectif de la leçon : découvrir et utiliser 8 stratégies métacognitives de résolution de problèmes

Classe : cycle 4 → 5^e ou 6^e primaire

Matériel : Affiches A4 pour chaque partie des étapes, aimants, feuilles avec le problème à résoudre pour les élèves, feuilles avec les stratégies pour les élèves.

1. Présentation de la (méta)cognition

L'enseignante explique aux élèves ce qu'est la cognition et la métacognition. La première étant le fait de réfléchir et d'agir sur le problème, la deuxième étant de réfléchir sur comment on réfléchit. La métacognition permet de savoir comment on apprend et d'améliorer son apprentissage. Elle permet de prendre conscience de notre façon d'apprendre, de résoudre un problème, de lire...

L'enseignante explique également que les recherches scientifiques prouvent que l'utilisation de stratégies métacognitives permet d'augmenter la performance. Elle va leur en expliciter 8 pour les aider à résoudre des problèmes mathématiques.

2. Découverte des 8 stratégies

L'enseignante demande aux élèves dans quel ordre ils résolvent un problème habituellement et comment cela se passe au niveau de leur réflexion. Elle découvre avec eux les 8 stratégies. En questionnant les élèves sur leurs habitudes de résolution, elle part de ce qu'ils mettent déjà en pratique et attire l'attention sur les phases « nouvelles » qui pourront les aider.

La chercheuse explicite les 8 étapes. Pour chacune, il y a une phase de réalisation, une phase de questionnement et une de vérification. C'est là que la métacognition entre en jeu. On ne fait pas que lire, calculer, souligner les informations importantes, on réfléchit à quoi cela va servir, comment on peut s'assurer de mieux comprendre...

L'enseignante invite les élèves à poser toutes les questions qu'ils veulent. Les étapes doivent être claires pour chacun et les phases bien comprises.

Les stratégies sont découvertes et explicitées au fur et à mesure. L'enseignante accroche des panneaux au tableau.

	Etape 1 Je lis pour comprendre le problème.	Etape 2 Je dis avec mes propres mots.	...
<u>Je réalise :</u>	Je lis le problème. Si je ne le comprends pas, je le lis une nouvelle fois.	Je souligne les informations importantes. Je dis le problème avec mes propres mots.	...
<u>Je me questionne :</u>	Ai-je bien lu le problème ? Ai-je compris le problème ? Est-ce que je comprends tous les mots du problème ?	Ai-je bien souligné les informations importantes ? Quelle est la question qu'on me pose ? Qu'est-ce que je recherche ?	...
<u>Je vérifie :</u>	... que j'ai lu pour comprendre comment résoudre le problème.	...que les informations soulignées vont m'aider à répondre à la question.	...

3. Essai des stratégies sur un problème

Afin de mettre en pratique les stratégies découvertes, les élèves vont les appliquer ensemble au fur et à mesure lors de la résolution collective d'un problème. L'enseignant incite les élèves à réaliser les différentes étapes tout en réfléchissant à ce qu'ils font.

Chaque élève reçoit le problème et une feuille reprenant les 8 stratégies (annexe 8).

Feuille d'élève :

Prénom : Classe de M/Mme

Numéro d'ordre : F / G

Problème 5 : entraînement collectif aux stratégies

4. Lisons et résolvons ensemble ce problème à l'aide des 8 stratégies.

La vente de livres

Deux classes, l'une de 15 élèves et l'autre de 18 élèves, réalisent des livres. Le coût de fabrication d'un livre est de 5,25 €. Chaque livre est vendu 12€.

Après la vente, chaque classe compte l'argent contenu dans sa caisse :

- la première classe a encaissé 168 €.
- la seconde classe a encaissé 288 €.

Quel est le nombre total de livres vendus par les deux classes réunies ?

(CEB, 2015)

5. Espace de travail

6. Réponse

.....
.....

On reprend les étapes une par une et on applique ensemble chaque stratégie. L'enseignant note au fur et à mesure sur un autre tableau la réalisation. Chaque élève peut écrire sur sa feuille.

Exemple de résolution (adapté de Frusch, 2017) :

Etape 1 : Je lis pour comprendre le problème.

Je réalise : Je lis le problème. Si je ne le comprends pas, je le lis une nouvelle fois.

Chacun lit le problème. Un élève lit le problème à voix haute. Un autre le relit.

Je me questionne : Ai-je bien lu le problème ? Ai-je compris le problème ?

Enseignant : Avez-vous bien lu le problème ? Pensez-vous l'avoir compris ?

Je vérifie que j'ai lu pour comprendre comment résoudre le problème.

Enseignant : Posez-vous cette question. Avez-vous lu en pensant comment vous allez le résoudre ?

Etape 2 : Je dis avec mes propres mots.

Je réalise : Je souligne les informations importantes. J'énonce le problème avec mes propres mots.

Une classe fabrique des livres. Chaque livre est vendu 12€. Chaque classe encaisse respectivement 168€ et 288€.

L'enseignant invite un ou plusieurs élèves à raconter le problème avec leurs mots. Elle fait remarquer que, très souvent, en racontant avec ses mots, on met en évidence les informations importantes du problème. On peut utiliser le fluo pour surligner.

Je me questionne : Ai-je bien souligné les informations importantes ? *Oui.*

Quelle est la question qu'on me pose ? *Quel est le nombre total de livres vendus par les deux classes ?*

Qu'est-ce que je recherche ? *Un nombre de livres.*

Je vérifie que les informations soulignées vont m'aider à répondre à la question.

Etape 3 : Je fais des liens avec d'autres problèmes déjà réalisés

(au niveau de l'histoire, des calculs,..)

Je réalise : J'essaie de me rappeler si j'ai déjà rencontré un problème qui ressemble à celui que je suis en train de réaliser.

Enseignant : Avez-vous déjà rencontré un problème de ce genre-là ?

Je me questionne : Quelles sont les différences entre le problème sur lequel je travaille et les problèmes vus précédemment ? Quelles sont les ressemblances entre le problème sur lequel je travaille et les problèmes vus précédemment ?

Je vérifie : si je peux faire des liens entre les problèmes rencontrés précédemment et le problème que je suis en train de résoudre.

Enseignant : Est-ce que cela va nous aider ?

**Etape 4 : J'effectue une représentation graphique
(un dessin, un tableau, un diagramme, un schéma,...)**

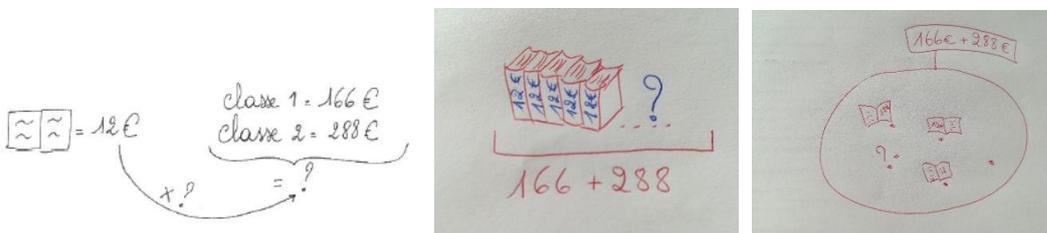
Je réalise une représentation. Je montre les relations existant entre les différentes parties du problème.

*L'enseignant demande à chaque élève de la classe de réaliser une représentation sur sa feuille.
L'enseignant passe dans les bancs et demande à deux élèves de venir réaliser leur représentation au tableau noir. L'enseignant demande à d'autres élèves s'ils comprennent la représentation. Puis il demande aux 2 élèves d'expliquer pourquoi et comment ils ont réalisé cette représentation. Cela montre que la représentation, même si elle est personnelle, est certainement meilleure si elle est comprise par quelqu'un d'autre.*

Je me questionne : Est-ce que ma représentation est en lien avec le problème ? Ai-je bien montré les relations entre les différentes données du problème ?

Je vérifie que la représentation est en lien avec le problème.

Exemple de représentation possible :



L'enseignant en profitera pour montrer aux élèves que deux représentations différentes peuvent être correctes. Elle peut aussi en avoir préparé différentes.

**Etape 5 : J'émet des hypothèses, je planifie la manière
dont je vais résoudre le problème.**

Je réalise : Je détermine combien d'étapes et d'opérations seront nécessaires pour résoudre le problème. J'écris les symboles (+, -, x, :) des différentes opérations que je vais effectuer.

L'enseignant invite les élèves à imaginer les opérations à réaliser mentalement d'abord en utilisant la représentation.

Etape 1 : Je vais calculer le gain total : « + » (addition)

Etape 2 : Je vais diviser le gain total par le prix d'un livre et j'obtiendrai le nombre de livres vendus : « : » (division)

Je me questionne : Si je fais j'obtiens j'obtiendrai

Si je fais..... de quoi aurais-je besoin après ?

Combien d'étapes seront nécessaires pour résoudre ce problème ? *2 étapes.*

Je vérifie : Est-ce que mon plan, mes étapes ont un sens ?

Etape 6 : J'estime la réponse.

Je réalise : J'arrondis les nombres, je fais le problème dans ma tête et j'écris l'estimation.

$170€ + 290€ = 460€$ OU $12 \times 12 = 144$ donc dans 168 il y va au moins 12 fois

$460 : 10 = 46$ et dans 288, il y va 24 fois. Donc à peu près 36 fois.

Je me questionne : Ai-je arrondi au-dessus ou en-dessous du nombre ? Ai-je écrit l'estimation ?

J'ai arrondi à la hausse les gains de chaque classe et j'ai arrondi à la baisse le prix d'un livre.

Je vérifie : Ai-je écrit les informations importantes ?

L'enseignant invite à différents façons d'estimer cela permet de lutter contre les croyances des élèves (Baèz, 2007, cité par Caballero et al. 2012).

Etape 7 : Je calcule.

Je réalise : Je réalise les opérations dans le bon ordre. Je note l'unité de mesure.

Étape 1 : Gain total : $168€ + 288€ = 456€$.

Étape 2 : $456 : 12 = 38$

Les deux classes ont vendu 38 livres.

Je me questionne : Ai-je comparé ma réponse avec mon estimation ?

Est-ce que ma réponse a un sens ?

Ai-je bien placé ma virgule dans les nombres décimaux ?

Ai-je bien noté l'unité de mesure utilisée ?

Je vérifie : Ai-je bien réalisé toutes les opérations dans le bon ordre ?

Etape 8 : Je vérifie pour m'assurer que tout est juste.

Je réalise : Je vérifie si mon plan et mes différentes étapes sont justes. Je vérifie mes calculs.

Je me questionne : Ai-je vérifié chaque étape ? Ai-je vérifié mes calculs ? Ma réponse est-elle correcte ?

Je vérifie : Si tout est juste. Si non, je reviens en arrière. Je demande de l'aide si j'en ai besoin.

L'utilisation de la calculatrice est autorisée, le but premier n'étant pas de faire du calcul mental.

Annexe 7 - Mise en place de l'enseignement réciproque par groupe

Compétences transversales exercées :

Analyser et comprendre un message.

Résoudre, raisonner et argumenter.

Appliquer et généraliser.

Structurer et synthétiser.

Objectif de la leçon : découvrir et utiliser l'enseignement réciproque sur des problèmes mathématiques à l'aide des 8 stratégies métacognitives de résolution de problèmes

Classe : cycle 4 → 5^e ou 6^e primaire

Matériel : Affiches A4 pour chaque partie de l'enseignement réciproque, aimants, feuilles avec le problème 6 à résoudre pour les élèves, feuilles avec les stratégies pour les élèves.

1. Présentation des stratégies de l'enseignement réciproque

Durant cette phase, l'enseignant explique ce qu'est l'enseignement réciproque. A la base, c'est un outil conçu pour aider à résoudre des difficultés de compréhension en lecture de textes informatifs ou documentaires. L'outil est présenté aux élèves par des affiches A4 au tableau.

Dès la première étape, soit celle du modelage, l'enseignant s'efforce de mettre en place les moyens nécessaires à l'obtention d'un haut niveau d'attention de la part des élèves. Il se préoccupera ensuite de rendre visibles, au moyen d'interventions verbales, tous les liens à faire entre les nouvelles connaissances et celles apprises antérieurement, tout raisonnement, toute stratégie ou procédure susceptibles de favoriser la compréhension du plus grand nombre (Gauthier et al., 2005).

	PREDICTIONS	QUESTIONNEMENT	CLARIFICATION	RESUME
Quoi ?	On émet des hypothèses sur le contenu du texte.	Se poser des questions sur les informations importantes du texte.	Prendre les mesures pour comprendre les mots ou passages difficiles.	Dire les idées importantes du texte en une phrase ou 2.
Pourquoi ?	Prédire prépare à la lecture en faisant réfléchir au sujet et au contenu du texte. Stratégie → lire plus attentivement pour vérifier si	Vérifier si on a compris ces informations.	Clarifier permet de mieux comprendre le texte.	Résumer un texte aide à vérifier la compréhension et à se souvenir de ce qu'on a lu.

	hypothèses sont vraies			
Comment ?	Utiliser les caractéristiques et les éléments du texte (titre, sous-titre, photos, mots en gras...) Se servir de ces connaissances pour anticiper la suite du texte.	On pose des questions sur le paragraphe : -Pourquoi... ? -Comment... ? -Quelle est la conséquence de... ?	Identifier les mots ou passages non compris. Essayer de comprendre en relisant (regarder s'il fait partie d'une famille de mots...). Consulter le dictionnaire.	Cibler les idées les plus importantes du texte. Dire avec ses mots. Éliminer les détails.

L'enseignant insiste sur le fait que cet outil doit permettre de mieux percevoir les informations d'un texte et de lever les problèmes de compréhension que les élèves peuvent rencontrer.

2. Points communs entre enseignement réciproque et stratégies de résolution de problèmes

En observant le tableau de l'enseignement réciproque et celui des stratégies de résolution de problèmes, l'enseignant fait remarquer les points communs entre ces outils. On y retrouve en parallèle les stratégies de questionnement, de clarification et le résumé. On remarque également que des stratégies métacognitives sont présentes des deux côtés. Le choix de l'enseignant est de mettre ces outils en commun. Elle précise aux élèves que la force de l'enseignement réciproque devrait aider à mettre en place de bonnes stratégies métacognitives de résolution de problèmes.

3. L'enseignement réciproque en pratique – le modelage

L'enseignant explique comment se passe un enseignement réciproque autour d'un texte :

Lors du modelage, l'information est présentée en petites unités, dans une séquence graduée, généralement du simple au complexe, afin de respecter les limites de la mémoire de travail (Lautrey, 1999, cité par Gauthier et al., 2005).

Chacun reçoit le texte avec une feuille à côté pour répondre.

LIRE → Faire des PREDICTIONS sur le TITRE → Se poser des questions → Clarifier → RESUMER en 1 ou 2 phrases avec ses mots

En commun, **chaque élève dirige la discussion autour de son extrait.**

1. Chacun lit l'extrait. PREDICTION. Elève : *Et vous qu'en pensez-vous ?*

2. Elève pose des QUESTIONS aux autres et s'assure de la compréhension (éventuellement d'autres questions des autres...)
3. Clarifier : Elève : *Reste-t-il des incompréhensions ?*
4. RESUMER le paragraphe. Elève : *J'ai pensé ceci... Etes-vous d'accord avec ?*

Idem avec les autres paragraphes. C'est chaque fois un autre membre du groupe qui dirige le groupe.

4. Mise en place de l'enseignement réciproque avec les stratégies de résolution – la pratique guidée

Cet enseignement réciproque est adapté aux problèmes mathématiques. Les élèves vont être répartis dans des groupes de 4 et devront appliquer les 3 phases d'une stratégie chacun à leur tour sur le problème à résoudre.

C'est à ce moment que la chercheuse vérifie la qualité de la compréhension des élèves. À cette fin, elle leur propose des tâches semblables à celle qui ont été effectuées à l'étape du modelage et à travers lesquelles elle les questionnera de façon à établir une rétroaction régulière. Cette étape est favorisée par le travail d'équipe qui permet aux élèves de vérifier leur compréhension en échangeant des idées entre eux (Palincsar & Klenk, 1992, cités par Gauthier et al., 2005).

Pour avoir des groupes équilibrés, l'enseignant répartit les élèves : un faible, deux moyens, un fort. Dans le cadre de ce mémoire, les groupes sont réalisés de manière équilibrée grâce aux résultats du prétest cognitif.

Prénom : Classe de M/Mme

Numéro d'ordre : F / G

Problème 6 : entraînement par enseignement réciproque aux stratégies

1. Lisez et résolvez ensemble ce problème à l'aide des 8 stratégies.

Le départ en vacances

Avant un départ en vacances, un automobiliste relève le compteur kilométrique de sa voiture :



Arrivé sur son lieu de vacances, il relève à nouveau le compteur :



Combien de kilomètres a-t-il parcourus ?

(CEB, 2016)

2. Espace de travail

3. Réponse

.....
.....

Chacun est considéré comme un mini-enseignant. C'est lui qui guide le groupe pour l'étape dont il est responsable. L'enseignant insiste sur ce point. Nous ne sommes pas dans un travail de groupe classique. Ici, chacun **enseigne** aux autres comme l'enseignant le fait en classe, ce qui veut dire qu'il dirige le groupe mais le fait participer aussi et cherche des éléments de réponse communs.

Ainsi, chaque membre du groupe dirigera 2 étapes sur 8, passant par les phases de réalisation, de questionnement et de vérification. Afin de s'assurer que les élèves suivent les différentes étapes pour résoudre le problème, celles-ci sont fournies à chaque groupe (annexe 8).

Pendant la réalisation du problème, l'enseignant passe dans les groupes afin d'aider à préciser le rôle de chacun. Les problèmes sont présentés avec un espace de travail qui permet de réaliser les étapes en détail si nécessaire.

5. Mise en commun

Un moment de mise en commun est prévu afin de vérifier la qualité du travail réalisé. Les élèves peuvent exprimer les difficultés qu'ils ont ressenties au niveau de la résolution du problème. Ces discussions permettent de montrer d'autres représentations du problème (telles que demandées à l'étape 4 des stratégies – annexe 8). C'est le moment idéal pour donner des explications supplémentaires sur les problèmes.

C'est le moment pour parler des rôles dans le groupe. Comment se sent-on en tant que mini-enseignant ? Qu'est-ce qui est difficile ? Quelle aide peut être apportée ?

Séances 3 et 4: Utilisation de l'enseignement réciproque et des stratégies de résolution – la pratique autonome

Finalemment, l'enseignant ne délaissera la pratique guidée pour la pratique autonome, soit la troisième étape, que lorsqu'il se sera assuré que les élèves auront atteint un niveau de maîtrise élevé de la matière à apprendre (Gauthier et al., 1999 ; Rosenshine, 1986a et 1986b ; Rosenshine & Stevens, 1986, cités par Gauthier et al. 2005).

Compétences transversales exercées : Analyser et comprendre un message. Résoudre, raisonner et argumenter. Appliquer et généraliser. Structurer et synthétiser (Socles de compétences).

Objectif de la leçon : Utiliser l'enseignement réciproque sur des problèmes mathématiques à l'aide des 8 stratégies métacognitives de résolution de problèmes

Classe : cycle 4 → 5^e ou 6^e primaire

Matériel : Feuilles avec le problème 7, 8 et 9 à résoudre pour les élèves, feuilles avec les stratégies pour les élèves.

1. Résolution de problèmes

Il s'agit de résoudre les problèmes 7 à 9 avec la même structure : un groupe de quatre élèves utilisent l'enseignement réciproque pour réaliser les étapes des stratégies métacognitives.

Prénom :..... Classe de M/Mme

Numéro d'ordre : F / G

Problème 7 : entraînement par enseignement réciproque aux stratégies

1. Lisez et résolvez ensemble ce problème à l'aide des 8 stratégies.

Mario est malade.

Le médecin dit à Mario de prendre, 3 fois par jour, une cuillerée de 5ml de sirop pour soigner sa bronchite. Il doit vider la bouteille de 120 ml.

Combien de jours le traitement complet de Mario durera-t-il ?

(CEB, 2016)

2. Espace de travail

3. Réponse

.....
.....

Prénom : Classe de M/Mme

Numéro d'ordre : F/G

Problème 8 : entraînement par enseignement réciproque aux stratégies

1. Lisez et résolvez ensemble ce problème à l'aide des 8 stratégies.

Notre école.

Une école compte deux classes.
Dans cette école, il y a 28 garçons.
Dans la première classe, il y a 14 filles et 13 garçons.
Dans la seconde, il y a 26 élèves.
Combien y a-t-il de filles dans la seconde classe ?

(CEB, 2016)

2. Espace de travail

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Réponse

.....
.....

Prénom : Classe de M/Mme

Numéro d'ordre : F/G

Problème 9 : entraînement par enseignement réciproque aux stratégies

1. Lisez et résolvez ensemble ce problème à l'aide des 8 stratégies.

L'achat d'une nouvelle tablette

Tu décides d'acheter la tablette ci-contre.
Le vendeur te fait une remise de 10% sur cette
tablette.
Tu achètes en plus une housse à 25€.
Combien paieras-tu au vendeur ?

(CEB, 2014)



2. Espace de travail

<p>3. Réponse</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. Mise en commun

A la fin de chaque résolution, une mise en commun et une correction collective ont toujours lieu. Une discussion sur le rôle de chacun également.

Annexe 8 - Liste des étapes à suivre pour m'aider à résoudre un problème mathématique

Guide pour les stratégies cognitives et métacognitives

<p>Etape 1</p>	<p style="text-align: center;"><u>Je lis pour comprendre le problème.</u></p> <p>Je réalise : Je lis le problème. Si je ne le comprends pas, je le lis une nouvelle fois. Je me questionne : Ai-je bien lu le problème ? Ai-je compris le problème ? Est-ce que je comprends tous les mots du problème ? Je vérifie : que j'ai lu pour comprendre comment résoudre le problème.</p>
<p>Etape 2</p>	<p style="text-align: center;"><u>Je dis avec mes propres mots.</u></p> <p>Je réalise : Je souligne les informations importantes. Je dis le problème avec mes propres mots. Je me questionne : Ai-je bien souligné les informations importantes ? Quelle est la question qu'on me pose ? Qu'est-ce que je recherche ? Je vérifie : que les informations soulignées vont m'aider à répondre à la question.</p>
<p>Etape 3</p>	<p style="text-align: center;"><u>Je fais des liens avec d'autres problèmes déjà réalisés (au niveau des calculs, de l'histoire).</u></p> <p>Je réalise : J'essaie de me rappeler si j'ai déjà rencontré un problème qui ressemble à celui que je suis en train de réaliser. Je me questionne : Quelles sont les différences entre le problème sur lequel je travaille et les problèmes vus précédemment ? Quelles sont les ressemblances entre le problème sur lequel je travaille et les problèmes vus précédemment ? Je vérifie : si je peux faire des liens entre les problèmes rencontrés précédemment et le problème que je suis en train de résoudre.</p>
<p>Etape 4</p>	<p style="text-align: center;"><u>J'effectue une représentation graphique (un dessin, un tableau, un diagramme, un schéma,...).</u></p> <p>Je réalise : une représentation. Je montre les relations existant entre les différentes parties du problème. Je me questionne : Est-ce que ma représentation est en lien avec le problème ? Ai-je bien montré les relations entre les différentes données du problème ? Je vérifie : que la représentation est en lien avec le problème.</p>
<p>Etape 5</p>	<p style="text-align: center;"><u>J'é mets des hypothèses, je planifie la manière dont je vais résoudre le problème.</u></p>

	<p>Je réalise : Je détermine combien d'étapes et d'opérations seront nécessaires pour résoudre le problème. J'écris les symboles (+, -, x, :) des différentes opérations que je vais utiliser.</p> <p>Je me questionne :</p> <p>Si je fais j'obtiendrai</p> <p>Si je fais..... de quoi aurai-je besoin après ?</p> <p>Combien d'étapes seront nécessaires pour résoudre ce problème ?</p> <p>Je vérifie :</p> <p>Est-ce que mon plan, mes étapes ont un sens ?</p>
Etape 6	<p style="text-align: center;"><u>J'estime la réponse.</u></p> <p>Je réalise : J'arrondis les nombres, je fais le problème dans ma tête et j'écris l'estimation.</p> <p>Je me questionne : Ai-je arrondi au-dessus ou en-dessous du nombre ? Ai-je écrit l'estimation ?</p> <p>Je vérifie : Ai-je écrit les informations importantes ?</p>
Etape 7	<p style="text-align: center;"><u>Je calcule.</u></p> <p>Je réalise : Je réalise les opérations dans le bon ordre. Je note l'unité de mesure.</p> <p>Je me questionne : Ai-je comparé ma réponse avec mon estimation ? Est-ce que ma réponse a un sens ? Ai-je bien placé ma virgule dans les nombres décimaux ? Ai-je bien noté l'unité de mesure utilisée ?</p> <p>Je vérifie : Ai-je bien réalisé toutes les opérations dans le bon ordre ?</p>
Etape 8	<p style="text-align: center;"><u>Je vérifie pour m'assurer que tout est juste.</u></p> <p>Je réalise : Je vérifie si mon plan et mes différentes étapes sont justes. Je vérifie mes calculs. Je note ma réponse dans une phrase complète.</p> <p>Je me questionne : Ai-je vérifié chaque étape ? Ai-je vérifié mes calculs ? Ma réponse est-elle correcte ? Dans une phrase complète ?</p> <p>Je vérifie : si tout est juste. Si non, je reviens en arrière. Je demande de l'aide si j'en ai besoin.</p>

Annexe 9 - Séquences sur les émotions dans la classe expérimentale Stratégie-Réciproque-Emotions

Compétences exercées :

Education physique - Habiletés motrices et physiques : Exprimer des émotions avec son corps

Education artistique – Compétences transversales : Se reconnaître dans ses sensations, ses émotions et reconnaître les autres.

Objectif de la leçon : découvrir, comprendre et apprendre à gérer les émotions

Classe : cycle 4 → 5^e ou 6^e primaire

Matériel : powerpoint sur les émotions, un carnet par élève, différents images exprimant différentes émotions, panneaux, marqueurs...

Séance 1 : Présentation générale des émotions

A l'aide d'une présentation powerpoint, l'enseignant donne quelques explications sur les émotions. Chaque diapositive s'accompagne de commentaire de l'enseignant qui permet à chacun de s'exprimer, de poser des questions, de réagir...

Diapositive 1 :



Je voudrais vous parler des émotions. Elles sont toujours présentes chez chacun de nous. Elles influencent notre vie, nos humeurs, nos apprentissages... Les recherches montrent qu'il faut les connaître pour les maîtriser et s'en servir pour apprendre mieux et plus.

Diapositive 2 : Définition des émotions

Qu'est-ce que c'est?



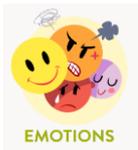
Ressenti...
Subjectif...
MAIS...

L'enseignant demande aux élèves s'ils savent ce que sont les émotions ? Les faire citer. Les noter au tableau. Comment les définir ? Ecouter les réponses des élèves avant de montrer la dia.

Diapositive 3 : Que se passe-t-il quand les émotions s'activent ?

5 tendances des émotions

- 1. La pensée
Ex: Je dois réaliser un problème mathématique.
- 2. La modification biologique
Ex: Mon cœur s'accélère.
- 3. Les tendances à l'action
Ex: Soupirer, me reculer, faire semblant de lire...
- 4. Modifications des expressions
Ex: Bouche fermée
- 5. Expérience subjective
Ex: Je ressens de la peur (de ne pas y arriver...)



Ces tendances ne sont pas toutes visibles.
Il faut apprendre à les voir, les reconnaître.

Que se passe-t-il quand une émotion arrive ? Noter les idées de élèves avant de montrer la dia sur laquelle les tendances apparaissent une par une.

Diapositive 4 : Reconnaître les émotions

Alors que se passe-t-il?

- Pour vivre avec mes émotions, je dois:
 - Les identifier
 - Les comprendre
 - Les exprimer
 - Les réguler
 - Les utiliser

Que faire pour reconnaître les émotions ? Pour contrôler les tendances ?

Pour contrôler particulièrement les tendances négatives ?

Diapositive 5 : Identification des émotions

Identifier les émotions

- Positives
- Négatives
- Vocabulaire émotionnel suffisant:

joie, colère, tristesse, peur, ressenti,
il me semble, j'ai peur, frapper, détruire,
sourire, courir, dégoût, surprise...



Quelle émotion peut-on ressentir ?
Sont-elles positives ou négatives ?

On a besoin d'un vocabulaire émotionnel suffisant pour parler des émotions, parce qu'en parler permet déjà de les réguler. Il est important d'apprendre à exprimer à voix haute ou pour soi : je ressens, j'ai l'impression, j'ai peur de...

Diapositive 6 : Compréhension des émotions

Comprendre les émotions
Qu'est-ce qui déclenche les émotions ?

- Mal ou bien des objectifs
- Mise à mal des croyances

↓

Émotions négatives portent atteinte aux objectifs
Émotions positives aident à la réalisation des objectifs

1. Monde est bienveillant
2. Monde est juste
3. Je suis en général meilleur(e) que les autres.

↓

Démenti des croyances, alors EMOTION!

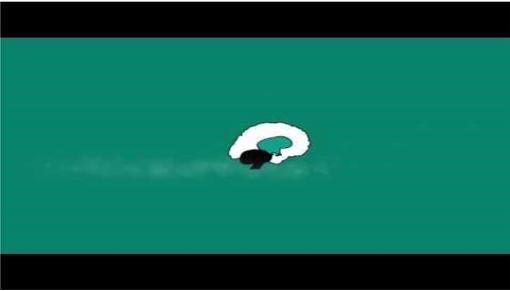


L'enseignant demande aux élèves s'ils savent ce qui déclenche les émotions ?
Il y a deux raisons principales : la mise à mal ou bien des objectifs que l'on s'est fixés et la mise à mal des croyances.

L'enseignant explique ces notions.

Diapositive 7 : Vidéo qui démontre comment fonctionne les émotions au niveau du cerveau
(Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=Ol2Z9aDLBsw>)

Donc dans le cerveau...



Regarder une première fois la vidéo.

En discuter.

La regarder une deuxième fois.

Diapositive 8 : Exprimer les émotions

Exprimer les émotions

Avec le vocabulaire : quoi dire?

Avec la manière: à qui le dire?

Avec les outils: comment le dire?



Pour exprimer ses émotions, il faut un vocabulaire suffisant. Un bébé ne peut exprimer ce qu'il ressent avec des mots. Il va plutôt pleurer ou crier. En grandissant, on apprend à parler et il faut développer un langage autour des émotions.

On a besoin d'exprimer ses émotions à quelqu'un ou dans un cahier, un journal intime. Ne pas garder tout pour soi. A qui pouvez-vous vous confier ? Les élèves peuvent donner leur idée à voix haute s'ils le souhaitent.

Il existe de nombreux outils qui permettent de parler des émotions. A l'école, on rencontre parfois un comme celui-ci, on peut demander de temps en temps aux élèves comment ils se sentent. Il existe aussi des jeux de reconnaissance des émotions, des jeux de rôle pour mimer les émotions.

Diapositive 9 : Et lors de la résolution de problèmes ?

Quelles émotions pendant la résolution de problèmes mathématiques?

- Anxiété
- Espoir
- Joie
- Angoisse
- Plaisir
- Ennui
- Colère
- Honte
- Désespoir
- Énervement
- Frustration
- Fierté
- ...

La dernière diapositive présente les émotions les plus fréquemment ressenties lors de la résolution de problèmes mathématiques d'après les récentes recherches. En rouge, les émotions négatives, en vert les émotions positives.

Cette première séance est une amorce du travail sur les émotions qui suivra.

Séance 2 : Jeu de cartes – La ronde des émotions (www.catsfamily.eu) Conception du jeu :

François Petit

Objectif du jeu : Identifier les émotions les plus fréquemment vécues (colère, joie, peur, tristesse, honte, surprise et tendresse)

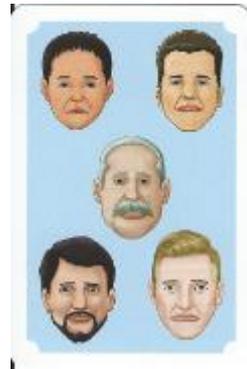
Matériel : Cartes des émotions et cartes-nom des émotions + carte correction

Organisation : Les élèves sont répartis au hasard dans des groupes de 4 à 5 joueurs.

Jeu n°1 : Reconnaître les cartes

Déroulement : Les élèves doivent placer l'émotion et son nom côte à côte.

Carte-nom : Carte d'émotion : Carte de vérification :



On passe toutes les cartes en revue pour permettre d'identifier les 7 émotions chez un homme et chez une femme.

Jeu n°2 : Reconnaître le plus vite possible

Ensuite, on peut jouer plus vite. Les cartes-nom sont au centre de la table. On place toutes les cartes émotions en un tas à l'envers. On retourne une carte à la fois et il faut taper le plus vite possible sur l'émotion. Si on a juste, on gagne la carte.

Jeu n°3 : Memory pour retrouver 2 émotions identiques

Enfin, on peut chercher deux émotions identiques dans un jeu de memory. On retourne toutes les cartes. Un joueur en retourne deux au hasard. Si elles représentent la même émotion, il gagne la carte, si non le joueur remet les cartes en place. C'est au tour du suivant.

Cette première séance de jeu a pour objectif de se familiariser avec les émotions sur les cartes.

Séance 3 : Jeu de cartes

Objectif du jeu : Mimer les émotions les plus fréquemment vécues (colère, joie, peur, tristesse, honte, surprise et tendresse)

Matériel : Cartes des émotions et cartes-nom des émotions, cartes-situation et carte « autres ».

Organisation : Les élèves sont répartis au hasard dans des groupes de 4 à 5 joueurs.

Jeu n°4 : Mimer les émotions des cartes

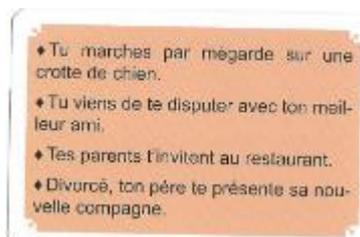
Il s'agit cette fois-ci de mimer des émotions. Pour cela, les cartes-noms sont posées sur la table. Les cartes-émotions sont en pile à l'envers sur la table. Chacun à son tour prend une carte et mime l'émotion avec son visage. Les autres cherchent à identifier l'émotion sur le visage de leur camarade et doivent taper le plus vite possible sur l'émotion (carte-nom) qui leur semble être la solution.



Jeu n°5 : Situations

Face à des situations fictives, chacun exprime l'émotion ressentie s'il la vivait. Il faut donner à chacun une série de chaque personnage afin qu'il ait en main les 7 émotions principales. Sur la table, on dépose les cartes-situations et la carte « autres ». C'est une carte qui reprend une liste non exhaustive d'autres émotions : bonheur, culpabilité, déception, fierté, fureur...

Un joueur pioche une carte et lit la situation. Chacun choisit l'émotion parmi ses cartes ou sur la carte-autre. Chacun son tour retourne sa carte-émotion en expliquant (s'il le veut) ce qu'il ressentirait dans cette situation. Il doit au minimum dire l'émotion choisie.



Ces jeux permettent de voir que l'on peut réagir différemment selon les situations, selon les personnes, selon les circonstances, selon le vécu de chacun.

L'enseignant passe dans les groupes de jeu et aide à la verbalisation des émotions. Elle encourage aussi à discuter autour de émotions, à poser des questions...

Séance 4 : Carnet individuel (annexe 10)

Objectif du carnet : Identifier, comprendre mieux des émotions de manière personnelle (honte, colère, dégoût, amour, joie, peur et tristesse)

Matériel : Carnet individuel sur les émotions (adapté par l'enseignant). Source : Les cahiers Filliozat : Mes émotions – Isabelle Filliozat, Virginie Limousin et Eric Veillé. Editions Nathan

Organisation : Les élèves ont chacun leur carnet.

Déroulement : Nous en faisons la lecture collective et une discussion avant réponse personnelle.

Ce carnet permet de travailler plus particulièrement 7 émotions : la honte, la colère, le dégoût, l'amour, la joie, la peur et la tristesse.

Lors de ce travail, qui aura lieu en plusieurs fois, on travaille sur :

- les sources d'émotions,
- les signes visibles sur le corps, le visage,
- la nécessité de ressentir des émotions comme la peur qui permet de fuir un danger,
- le fonctionnement d'une émotion (durée, charge, tension, expression...)
- la simultanéité des émotions, on peut en ressentir plusieurs en même temps,
- la contagion des émotions,
- les réactions possibles face aux émotions, dont celles qui permettent de les contrôler,
- les personnes ou situations qui provoquent des émotions négatives et des idées pour lutter contre
- ...

L'enseignant invite les élèves à garder précieusement le carnet et d'y revenir au besoin pour mieux comprendre et gérer ses émotions.

Séance 5 : Carte mentale

Objectif : Réaliser une carte mentale qui synthétise tout ce qui a été découvert sur les émotions (honte, colère, dégoût, amour, joie, peur et tristesse)

Matériel : une feuille A4 blanche par élève, quelques feuilles A3 blanches, des magazines, marqueurs de couleur.

Organisation : Les élèves choisissent une des émotions qu'ils ont envie de représenter, synthétiser. Ils peuvent utiliser leur carnet individuel pour s'aider et/ou le jeu « la ronde des émotions ».

Déroulement :

A la fin des différentes séances sur les émotions et après avoir réalisé tous les problèmes mathématiques en groupe de 4, les élèves sont amenés à réaliser une carte mentale qui synthétise ce qui a été découvert pour chaque émotion. 2

- Répartition des émotions selon la préférence des élèves pour que 2 ou 3 élèves travaillent sur une émotion.
- Chacun réalise une carte mentale sur sa feuille blanche.
- Par groupe, ils complètent leurs infos et organisent leur carte commune.
- Sur la feuille A3, ils réalisent la carte mentale. Ils peuvent compléter par des images découpées dans des magazines.

Exemple de réalisation du groupe sur la tristesse :



Ensuite chaque groupe présente son travail à la classe.

Les cartes mentales sont affichées en classe. Lorsque l'occasion se présente, l'enseignant s'en sert pour réduire la tristesse, augmenter la joie, diminuer la peur... par les astuces que les élèves ont choisis de retenir.

Annexe 10 - Dossier de l'élève sur les émotions

Prénom :

Apprendre à se connaître

Les émotions

Ça y est, tu es prêt(e) à partir en voyage pour devenir Maître(esse) des émotions ?

OUI

NON

Mais à quoi ça sert ?

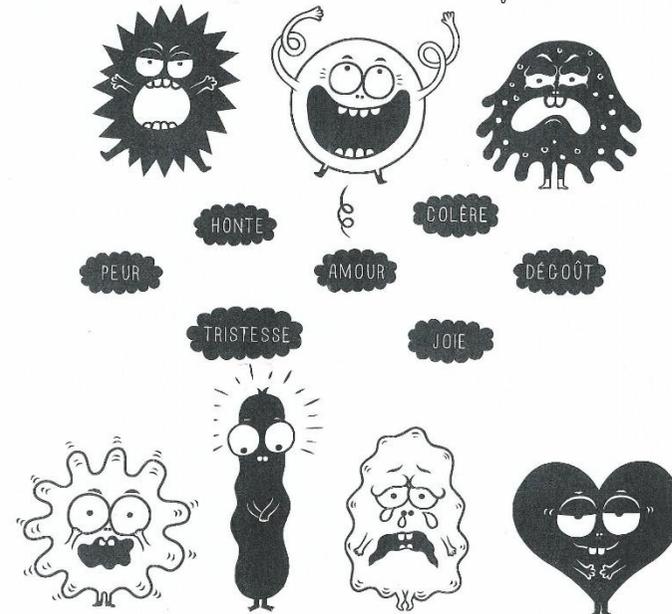
Selon toi, quelle est la meilleure réponse ?

Entoure-la.



Nous avons déjà rencontré différentes émotions en classe. Dans ce livret, nous allons particulièrement travailler sur les 7 émotions ci-dessous.

Relie chaque personnage à son émotion. Pour cela regarde bien son visage.



Rappelle-toi, dans le jeu de cartes, nous avons identifié des émotions.

Les émotions sont des sensations à l'intérieur du corps et des signes visibles à l'extérieur : ça se voit sur le visage !

1. A quoi servent les émotions ?

Au cours de ton voyage, tu tombes nez à nez avec une panthère affamée. Tu décides de :

1 Lui sourire et lui offrir un chewing-gum.

2 T'enfuir en courant le plus vite possible.

3 Danser avec elle.

4 Ne plus bouger, ne plus respirer, comme une statue.

5 Hurler en la fixant du regard pour lui montrer que tu es plus féroce qu'elle.

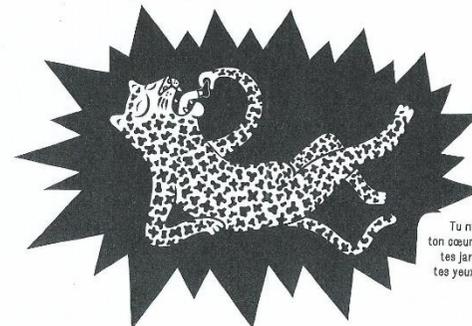
6 Lui lancer ton sandwich et disparaître !

7 Lui faire un gros câlin.

8 Lui donner des coups de pied.

3

Tu as choisi la réponse 1 3 7 ou 8 ?
Dommage, la panthère vient de te manger !



Tu n'as pas senti ton cœur battre plus fort, tes jambes se raidir, tes yeux s'écarquiller ?

Tu as choisi la réponse 2 4 5 ou 6 ?
Bravo, tu as eu le bon réflexe et la panthère est partie !

Tu as senti la peur. Et les sensations dans ton corps t'ont poussé(e) à agir !



DÉCOUVERTE
Les émotions sont utiles : elles nous servent à bien réagir face à ce qui nous arrive.



Les émotions négatives sont utiles. Relie.

Émotion	Objectif	Besoin de
peur <input type="checkbox"/>	aller vers <input type="checkbox"/>	partager <input type="checkbox"/>
joie <input type="checkbox"/>	aller loin de <input type="checkbox"/>	être consolé <input type="checkbox"/>
tristesse <input type="checkbox"/>	aller contre <input type="checkbox"/>	protection <input type="checkbox"/>
colère <input type="checkbox"/>	aller en soi-même <input type="checkbox"/>	respect <input type="checkbox"/>

4

2. Comment fonctionne une émotion ?

Observe maintenant la scène ci-dessous.
Combien d'émotions ressent l'enfant ?



DECOUVERTE N° 6
Les émotions passent !
Une émotion dure
en moyenne 90 secondes.



5

Une émotion se déroule en 3 étapes :
charge, tension et expression.

Regarde le dessin à droite puis colorie-le :

- 1 Avec ton doigt, monte l'échelle de l'aire de jeu, c'est le moment où l'émotion monte.
- 2 Puis marche sur la passerelle, c'est le moment où ton corps est tout tendu, tu as toute l'énergie pour agir.
- 3 Puis tu glisses sur le toboggan jusqu'en bas, c'est le moment où ton corps expulse toute la tension qu'il contenait.

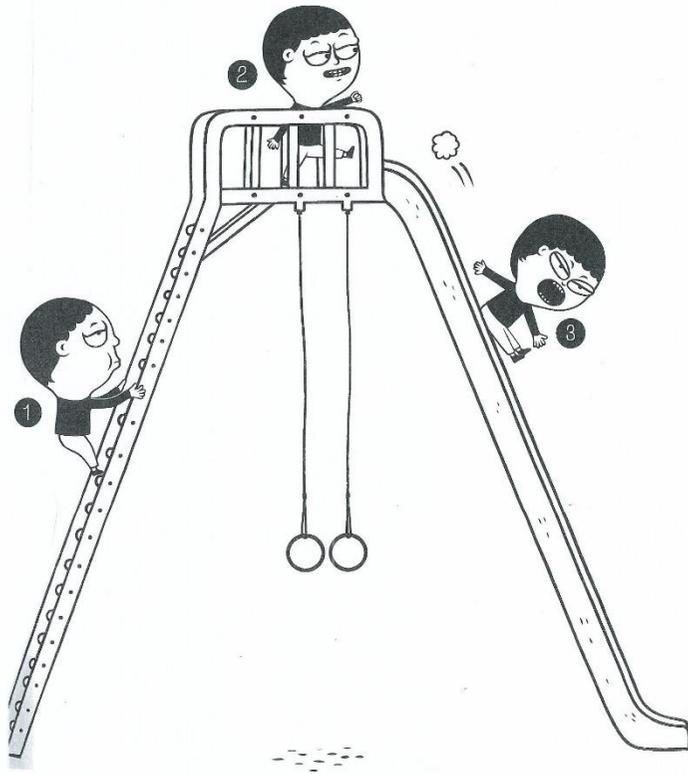
Quand tu es plein de tension et qu'il n'y a personne pour t'accueillir au bas du toboggan, tu te sens mal. Parfois, on peut avoir mal au ventre, avoir envie de s'enfermer tout seul, chercher à se cacher... parce qu'on n'arrive pas à descendre le toboggan.



6

LE TOBOGGAN

DES ÉMOTIONS



Le lendemain soir, des extraterrestres apparaissent devant toi. L'un t'effraie un peu, mais l'autre te donne un ballon et te propose de jouer avec eux.



DÉCOUVERTE

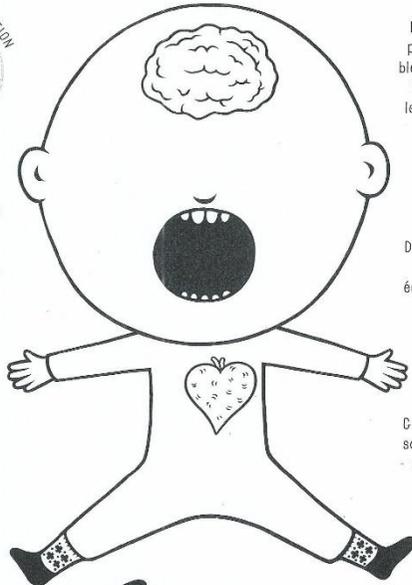
On peut éprouver plusieurs émotions en même temps ! C'est la même chose quand tu vas dormir chez un ami pour la première fois, ou en classe verte. Tu peux ressentir à la fois de l'envie et de la peur. Ça s'appelle l'ambivalence.

Tu es maintenant à l'intérieur du corps de Camille, et (pas de chance) le voilà face à un crocodile du Mozambique.

À ton avis, quelle émotion ressent Camille ?
Aide cette émotion à circuler dans son corps.



1 Colorie en rouge le cerveau de Camille pour déclencher l'alarme.



2 Dessine des petits points bleus dans tout son corps : les hormones de peur.

3 Dessine ensuite ses yeux écarquillés pour mieux voir.

4 Cribouille ensuite son cœur qui bat très vite pour se préparer à agir...

5 ... et ses jambes tendues prêtes à courir.

9



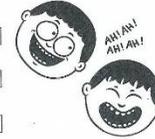
LE QUIZZ

DU PROFESSEUR FEELINGS



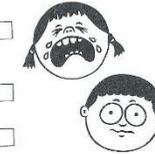
1 Tu vois un copain rire aux éclats et tu ne peux pas t'empêcher de rire ! Que se passe-t-il ?

- Ⓐ Tu as été contaminé par le rigolo virus.
- Ⓑ Tes neurones miroirs dans ton cerveau te font sentir ce que ressentent les autres.
- Ⓒ C'est une allergie à la poussière hilarante qui fait rire au lieu d'éternuer.



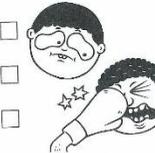
2 Agathe pleure car son poisson rouge est mort. Toi aussi tu te sens triste en la regardant pleurer. Que se passe-t-il ?

- Ⓐ Tes neurones baleines s'activent et dansent doucement dans ton cerveau.
- Ⓑ Tes neurones miroirs s'activent. Ils se situent à l'avant de ton cerveau et envoient des informations à ton corps.
- Ⓒ Tes neurones chewing-gum ont dysfonctionné et se sont collés entre eux.



3 Tu assistes à un combat de boxe. Tout à coup, un boxeur prend un coup de poing dans le visage. Tu sens ton cœur se serrer, tu as mal en même temps que le boxeur. Que se passe-t-il ?

- Ⓐ Tu as une crise de croissance et tes os sont en train de grandir.
- Ⓑ Tes neurones miroirs t'ont fait sentir la douleur du boxeur dans ton propre corps !
- Ⓒ Tu es en train de commencer une crise de foie.



10

4 Tu vois Anaïs croquer dans un gros bout de citron. Immédiatement, tu fais la grimace et pourrais presque sentir l'acidité dans ta bouche. Que se passe-t-il ?

- Ⓐ Tu commences à perdre la boule comme le professeur Feelings !
- Ⓑ Tes neurones miroirs s'activent et ton cerveau se met à simuler ce que l'on ressent en croquant dans un citron.
- Ⓒ Anaïs a dû renverser du jus de citron sur toi.



5 Tu vois un copain s'amuser avec son drone télécommandé. Ça te donne envie d'en avoir un et même de lui prendre la télécommande des mains. Que se passe-t-il ?

- Ⓐ Un esprit maléfique s'est emparé de toi.
- Ⓑ Tes neurones miroirs te donnent envie de ressentir le même plaisir que ce copain.
- Ⓒ Ton cerveau a calculé qu'il te faudra 257 jours pour économiser suffisamment d'argent de poche pour t'acheter un drone et il a disjoncté.



Lorsque tu vois quelqu'un vivre une émotion, ton cerveau la simule. Tu la sens dans ton corps. C'est ce qui s'appelle l'empathie.

Ça fait aussi bouger des muscles sur notre visage (sourire, froncement de sourcils, etc.) Et ça rend les émotions CONTAGIEUSES !

Le sais-tu ? Nous disons aujourd'hui que l'humain a 3 cerveaux qui peuvent déclencher les émotions :



Nous avons près de 100 milliards de neurones dans le cerveau.



Mais aussi 40 000 dans le cœur.

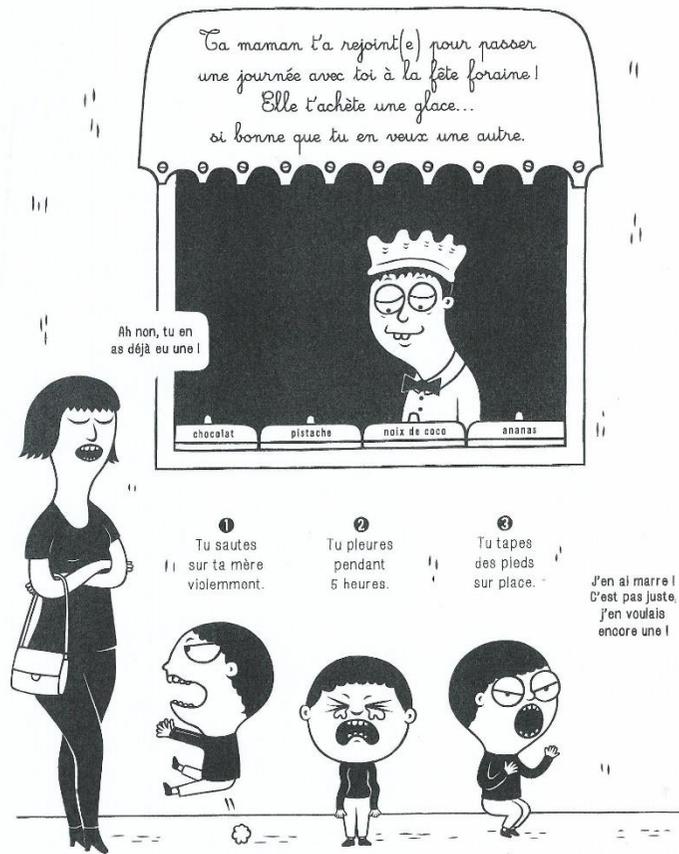


Et autour de 500 millions dans l'intestin !



Tu es vu ? Tes émotions sont aussi les émotions de tous les humains.

3. Comment s'expriment les émotions ?



13

Voici 3 suites possibles.
Selon toi, quelle est la meilleure ? Entoure-la.



C'est frustrant de ne pas avoir une autre glace, tu la voulais vraiment !



DÉCOUVERTE
Lorsqu'on est entendu dans ses émotions, on s'en libère !



14

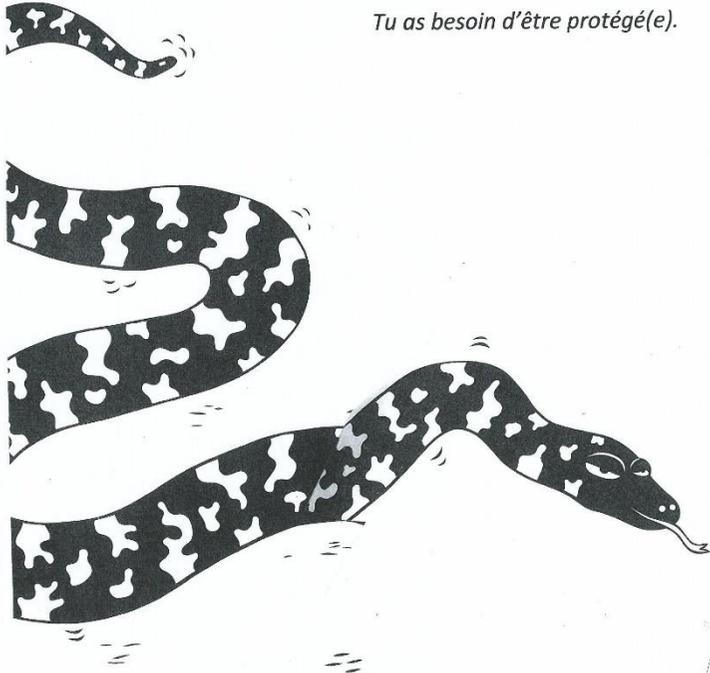
Tu croises un énorme boa constrictor. Quelle émotion ressens-tu ?

Tu ressens de

Ton corps

Tu as le réflexe de

Tu as besoin d'être protégé(e).



15

La maîtresse te punit car elle croit que tu as écrit sur les murs.
(Alors que ce n'est même pas toi !)

$$4 + 2 = ?$$



la maîtresse est une vieille courgette !

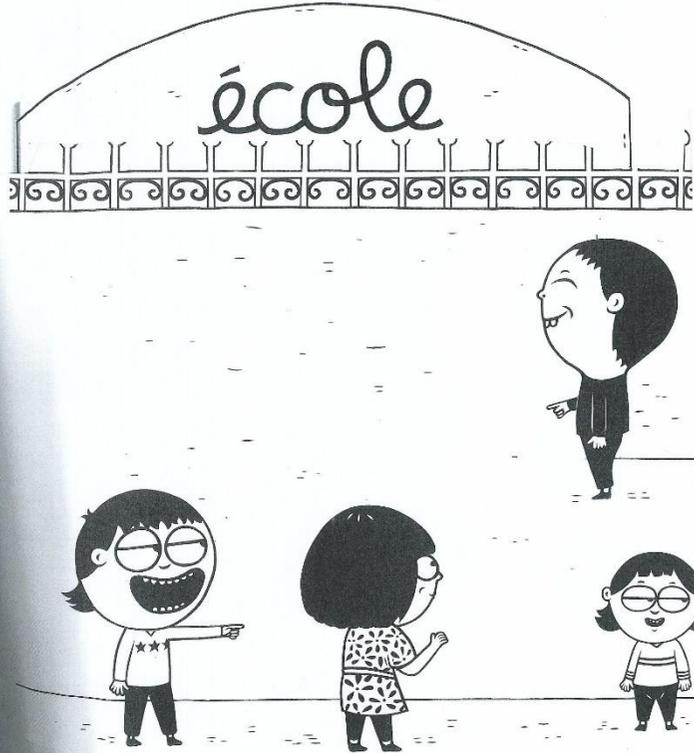

Tu ressens du

L'.....

provoque cette émotion.

16

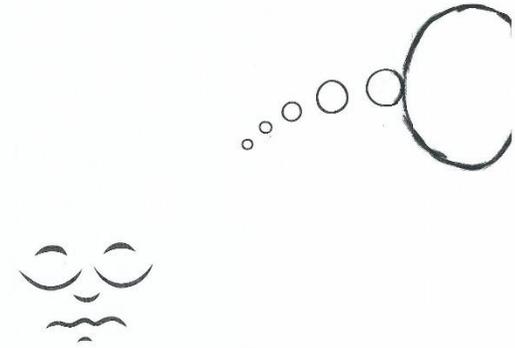
En arrivant à l'école,
tu trébuches et tu t'étales par terre comme une vieille crêpe.
Plein d'enfants se moquent de toi.



Tu ressens de Parce que tu te
sens

17

Ton meilleur ami a déménagé vendredi dernier.
Tu penses à lui, tu le vois dans ta tête.
Dessine-toi ci-dessous et dessine ton meilleur ami dans la bulle.
Quelle émotion ressens-tu ?

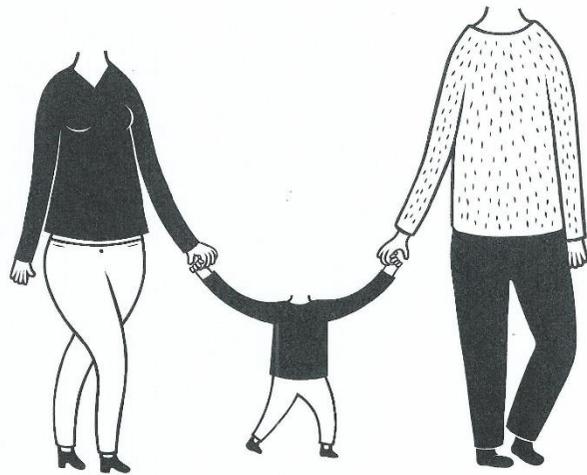


Tu ressens de parce qu'il y a une
..... Tu peux aussi ressentir cela
quand tu perds un objet auquel tu tiens, quand quelqu'un de
proche meurt, quand tu casses un objet de valeur...

18

Tu te promènes avec ton papa et ta maman.
Ils te font des bisous et te disent qu'ils t'aiment.

Dessine ta tête et celle de tes parents.
Quelle émotion ressentez-vous ?



Tu ressens de parce que tu es avec
des gens qui Tu te sens
Tu es

4. Comment contrôler mes émotions ?

Quelques mètres plus loin, bizarre, bizarre : tu arrives
dans un univers à l'envers. Tout est mélangé !

C'est nul !
J'ai passé des vacances
de rêve.



Génial ! Je me suis
fait gronder par
mon prof de maths.

Oh la la, j'ai eu très peur
quand la vendeuse de glaces
m'a offert une boule en plus.



Trop cool... mon jouet
préférés est
complètement cassé !

Je suis triste :
mes copines m'invitent
toujours à leur anniversaire.



J'étais content
quand j'ai marché
sur un serpent.

Inscris le numéro à la bonne place.

1. C'est nul !

3. Oh la la, j'ai
eu très peur

5. Je suis triste :

2. Génial !

4. Trop cool...

6. J'étais

content



J'ai eu plein de cadeaux pour mon anniversaire !

Je me suis fait gronder par mon prof de maths.



quand la vendeuse de glaces m'a offert une boule en plus.

mon jouet préféré est complètement cassé !



mes copines m'invitent toujours à leur anniversaire.

quand j'ai marché sur un serpent.



DÉCOUVERTE
Quand on pose des mots
sur les émotions, on commence
à les maîtriser.

21

Voici ce que tu peux faire la prochaine fois
que tu ressentiras une émotion.



Peur

Courir, crier, pleurer, trembler.



Colère

Taper des pieds, lancer des peluches par terre,
dessiner, froisser un bon d'énervement (p.95).



Tristesse

Pleurer, demander un câlin, écrire une lettre.



Honte

Parler à une personne de confiance
qui ne te juge pas.



Dégoût

Faire un dessin de dégoût et le jeter à la poubelle,
dire « Beurk ! C'est pas juste ! » à quelqu'un
de confiance, demander réparation à la personne
qui a été injuste ou qui a trahi.

22



Tu te promènes dans la montagne quand un yéti menaçant te barre le chemin. Il te crie des mots-cailloux qui peuvent te blesser s'ils touchent ton cœur. Dessine les cailloux qui sortent de la bouche du yéti.

Ce yéti n'est pas réel mais toi, tu sais qui peut te paraître comme un yéti parfois, quelle situation provoque des émotions chez toi.

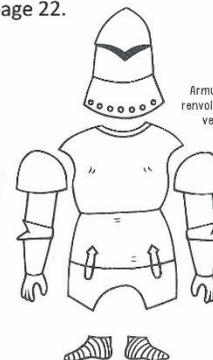
- Tes parents
- Un copain de la classe
- Des mauvais résultats à l'école
- Ton instituteur
-

23

Si les cailloux font mal, tu peux choisir un costume pour te protéger et réaliser les actions proposées à la page 22.



Combinaison en plumes de canard : fait glisser les mots-cailloux par terre.



Armure de chevalier : renvoie les mots-cailloux vers l'attaquant.

Mais tu ne reçois pas toujours des cailloux ! Parfois, tu reçois des fleurs, des foulards de couleur, des mots gentils... Tu ressens à ce moment-là des émotions positives comme
Et tu peux essayer de les prolonger en

.....
N'oublie pas les émotions sont contagieuses ! Si tu souris autour de toi, tu donneras le virus à un autre ! D'ailleurs sais-tu que sourire pendant 16 secondes suffit à produire de l'ocytocine et donc à te rendre heureux(se) ?
Alors, quand ça ne va pas, souris !



24

Annexe 11 - Scores moyens obtenus par les élèves de la classe expérimentale Stratégie-Réciproque-Emotions aux différents tests

Tableau 1 : Classe expérimentale SRE : comparaison des scores obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du problème à résoudre

Classe expérimentale Stratégie – Réciproque - Emotions										
			Problème 1 /5		Problème 2 /3		Problème 3 /2		Problème 4 /3	
Elève	sexe	année	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post
SRE01	F	5	0,5	1,5	0	0,5	1,5	0,5	0	0,5
SRE02	G	5	1,5	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5
SRE03	G	5	0	1	0	0	0	0	1	0,5
SRE05	F	5	3	2,5	0,5	0,5	1	1,5	1	0,5
SRE06	G	5	5	2,5	1,5	0,5	2	2	1,5	1,5
SRE07	F	5	3	3,5	1,5	0,5	1,5	2	1,5	2,5
SRE08	F	6	3	5	0,5	3	2	2	2	2,5
SRE09	G	6	2,5	2,5	3	1,5	2	2	2	2,5
SRE10	G	6	2	3	1,5	3	1	2	2,5	0,5
SRE11	F	6	1,5	3	0,5	0,5	2	0,5	2	2,5
SRE12	F	6	0,5	3,5	0	0,5	2	2	2,5	1,5
SRE14	G	6	0,5	2,5	1	0,5	2	2	2,5	2,5
SRE15	G	6	5	5	3	3	2	2	1	2
SRE16	F	6	4,5	4	0,5	1,5	1	2	1	1
SRE17	G	6	3	5	3	2,5	2	2	2	3
Moyenne			2,37	3,00	1,10	1,23	1,47	1,53	1,53	1,60
Écart-type			1,64	1,39	1,12	1,10	0,72	0,74	0,77	0,95
Gain			0,63		0,13		0,07		0,07	

Tableau 2 – Classe expérimentale SRE : comparaison des scores obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du niveau des élèves

Classe expérimentale Stratégie – Réciproque - Emotions								
Faibles N = 4			Moyens N = 7			Forts N = 4		
	pré	post		pré	post		pré	post
SRE01	1,54	2,31	SRE05	4,23	3,85	SRE06	7,69	5,00
SRE02	1,54	1,54	SRE07	5,77	6,54	SRE09	7,31	6,54
SRE03	0,77	1,15	SRE08	5,77	9,62	SRE15	8,46	9,23
SRE12	3,85	5,77	SRE10	5,38	6,54	SRE17	7,69	9,62
<i>moyenne</i>	1,92	2,69	SRE11	4,62	5,00	<i>moyenne</i>	7,79	7,60
<i>écart-type</i>	1,33	2,11	SRE14	4,62	5,77	<i>écart-type</i>	0,48	2,21
<i>gain</i>	0,77		SRE16	5,38	6,54	<i>gain</i>	-0,19	
			<i>moyenne</i>	5,11	6,26			
			<i>écart-type</i>	0,62	1,79			
			<i>gain</i>	1,15				

Tableau 3 – Classe expérimentale SRE : moyenne des scores obtenus par élève aux pré et post-tests au questionnaire évaluant la persévérance

Dans ce tableau les items inversés (en bleu) ont été inversés afin de pouvoir calculer les moyennes par élève.

Mise en évidence des élèves forts

Ideleve	sexe	annee	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	Moyenne (pré)	Moyenne (post)
SRE01	2	5	4	3	2	3	3	4	3	2	4	2	3	4	4	4	3	2	3,00	3,25
SRE02	1	5	4	4	4	4	2	4	3	1	3	4	4	4	3	3	4	1	3,25	3,25
SRE03	1	5	3	3	3	4	3	3	3	2	4	2	3	2	2	3	3	2	3,00	2,63
SRE05	2	5	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	3,75	3,75
SRE06	1	5	2	3	4	3	3	2	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3	2,88	3,13
SRE07	2	5	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3,63	3,88
SRE08	2	6	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3,38	3,50
SRE09	1	6	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3,38	3,25
SRE10	1	6	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	2	3,50	3,63
SRE11	2	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4,00	3,88
SRE12	2	6	3	4	2	2	4	2	1	2	4	3	3	2	1	2	1	1	2,50	2,13
SRE14	1	6	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	3,75	3,50
SRE15	1	6	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3,75	3,63
SRE16	2	6	2	2	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	2,63	3,38
SRE17	1	6	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3,88	3,88

Tableau 4a – Classe expérimentale SRE : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

	motivation intrinsèque								régulation identifiée							
	MOT1		MOT5		MOT9		MOT13		MOT2		MOT6		MOT10		MOT14	
SRE01	4	5	5	6	3	5	5	7	2	7	2	6	2	4	6	7
SRE02	6	7	5	3	4	5	6	4	4	5	5	3	4	4	3	4
SRE03	6	5	6	3	5	6	4	4	7	4	7	7	4	5	7	3
SRE05	5	6	6	4	5	5	7	7	6	5	7	6	7	7	6	6
SRE06	6	7	7	7	3	6	5	7	4	5	6	7	5	7	7	7
SRE07	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	7	7	7
SRE08	4	4	7	6	4	7	7	5	7	4	7	6	1	1	7	5
SRE09	5	4	4	4	4	4	5	4	3	5	5	5	1	1	6	5
SRE10	7	6	5	7	5	4	6	5	6	6	7	7	6	7	7	6
SRE11	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	2	1	1	5	1	2
SRE12	5	3	6	4	3	5	7	5	6	3	5	3	1	1	7	1
SRE14	4	7	5	7	5	6	4	6	7	7	7	7	1	3	7	7
SRE15	7	6	5	7	4	5	5	7	7	5	7	6	2	3	4	6
SRE16	5	3	5	2	7	2	3	2	5	2	4	2	7	2	4	4
SRE17	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Moyenne	5,47	5,40	5,60	5,20	4,67	5,13	5,40	5,27	5,40	5,00	5,67	5,33	3,53	4,27	5,73	5,13
Écart-type	1,19	1,50	1,06	1,82	1,40	1,46	1,45	1,79	1,76	1,60	1,80	2,06	2,42	2,37	1,87	1,96
	moyenne pré		5,28		moyenne post		5,25		moyenne pré		5,08		moyenne post		4,93	
	écart-type		1,27		écart-type		1,64		ET		1,96		ET		2,00	
	gain		-0,03						gain		-0,15					

Tableau 13 - Classe SRE - Motivation autodéterminée

Tableau 4b – Classe expérimentale SRE : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation non autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

	régulation externe								amotivation							
	MOT3		MOT7		MOT11		MOT15		MOT4		MOT8		MOT12		MOT16	
SRE01	5	7	6	7	4	6	4	6	7	1	6	1	2	1	2	2
SRE02	7	6	7	7	7	7	4	4	4	5	5	7	5	6	2	1
SRE03	6	3	4	3	1	3	5	4	5	4	6	4	6	5	2	3
SRE05	3	4	3	7	4	3	7	7	7	1	5	3	4	3	7	7
SRE06	5	3	7	7	4	5	5	2	7	3	2	3	6	7	5	5
SRE07	7	1	6	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1
SRE08	5	7	5	7	4	7	4	5	4	7	4	7	3	1	4	1
SRE09	7	7	7	6	7	7	7	6	6	3	3	4	6	5	1	2
SRE10	3	1	6	4	1	2	1	1	1	6	3	5	3	7	1	4
SRE11	5	7	4	5	5	5	2	1	5	7	2	4	4	7	7	4
SRE12	4	7	7	7	7	7	4	2	6	7	4	4	6	3	5	4
SRE14	7	5	4	3	4	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1
SRE15	5	1	4	5	1	1	2	5	1	1	2	1	3	1	1	1
SRE16	3	1	4	4	4	4	4	3	3	1	5	2	1	1	4	4
SRE17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moyenne	4,87	4,07	5,00	4,93	3,67	4,13	3,73	3,60	3,93	3,27	3,33	3,20	3,47	3,33	2,93	2,73
Écart-type	1,81	2,63	1,77	2,19	2,26	2,33	1,87	1,96	2,43	2,52	1,80	2,08	2,00	2,55	2,22	1,87
	moyenne pré		4,32	moyenne post				4,18	moyenne pré		3,42	moyenne post		3,13		
	ET		1,93	ET				2,28	ET		2,11	ET		2,26		
	gain		-0,13						gain		-0,28					

Tableau 14 - Classe SRE - Motivation non autodéterminée

Tableau 5a : Classe SRE : Résultats obtenus par les élèves au questionnaire sur les émotions positives

Mise en évidence des élèves forts

	fierté		soulagement		excitation		espoir		plaisir	
	EMO1	EMO2	EMO3	EMO4	EMO5	EMO6	EMO7	EMO8	EMO9	EMO10
SRE01	5	5	5	5	3	1	4	5	3	3
SRE02	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4
SRE03	4	4	5	5	3	3	5	5	3	3
SRE05	5	3	5	5	4	3	5	1	4	5
SRE06	3	4	5	5	3	4	5	5	4	5
SRE07	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SRE08	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5
SRE09	4	4	4	4	5	3	2	4	4	4
SRE10	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
SRE11	5	5	5	5	3	3	5	5	1	3
SRE12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SRE14	3	5	3	5	3	3	5	5	2	3
SRE15	5	5	5	4	5	5	2	4	4	3
SRE16	4	4	5	5	3	4	5	5	3	3
SRE17	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5
<i>moyenne</i>	4,53	4,60	4,80	4,53	4,13	3,87	4,40	4,40	3,80	4,07
<i>écart-type</i>	0,74	0,63	0,56	1,06	0,99	1,19	1,12	1,12	1,21	0,96
<i>gain</i>	0,07		-0,27		-0,27		0,00		0,27	
<i>effect size</i>	0,10		-0,33		-0,24		0,00		0,25	
	<i>moyenne pré EMO +</i>			4,33						
	<i>Écart-type</i>			0,92						
	<i>gain</i>			-0,04						

Tableau 15 - Classe SRE - Emotions positives

Annexe 12 - Scores moyens obtenus par les élèves de la classe expérimentale SR aux différents tests

Tableau 6 – Classe expérimentale SR : comparaison des scores obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du problème à résoudre

Classe expérimentale SR										
Elève	sexe	année	Problème 1 /5		Problème 2 /3		Problème 3 /2		Problème 4 /3	
			pré	post	pré	post	pré	post	pré	post
SR01	2	5	1	3	0,5	3	2	2	0	2,5
SR02	2	5	4	4,5	2,5	3	2	1,5	2,5	1,5
SR03	2	5	1	1,5	1,5	0,5	2	1	1	0
SR04	2	5	1,5	4,5	3	0,5	0,5	2	1,5	2
SR05	2	5	0,5	4,5	0,5	0,5	0,5	2	2,5	2,5
SR06	2	5	0,5	5	3	0,5	0,5	2	1,5	1,5
SR07	1	5	1,5	3	0,5	0,5	2	2	3	1,5
SR08	2	5	0,5	3	0,5	0,5	1	2	1,5	2
SR09	1	5	2	1,5	1	0,5	2	1,5	1,5	0,5
SR10	1	5	0,5	5	0	3	2	1,5	3	2
SR11	2	5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	3	1
SR12	2	5	2	3	3	3	2	2	3	3
SR13	1	5	2,5	5	3	3	2	2	1,5	2,5
SR14	2	5	2	3	2,5	0,5	2	3	3	3
SR15	2	5	1,5	5	1,5	3	2	2,5	2,5	2,5
SR16	1	5	3,5	5	1,5	3	2	1	1	1
SR17	2	5	5	5	1,5	0,5	2	3	3	3
SR18	1	5	1	1	0	1	2	1	1	1
SR19	2	5	1,5	3,5	1	0,5	2	0	0	0
SR20	2	5	1,5	3	0,5	0,5	2	1,5	1,5	1,5
SR21	1	5	0,5	3	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SR22	1	5	1,5	4,5	1,5	0,5	2	2,5	2,5	2,5
SR23	2	5	4	2,5	3	2,5	2	3	3	3
SR24	2	5	5	2,5	3	3	2	2,5	2,5	2,5
SR25	2	5	1,5	2,5	0	2,5	2	0,5	0,5	0,5
SR26	2	5	5	5	0,5	0,5	2	3	3	3
SR27	2	5	0,5	4	0,5	0,5	2	1	1	1
SR28	2	5	2	2,5	0,5	0,5	2	1	1	1
Moyenne			1,93	3,43	1,43	1,38	1,70	1,79	2,07	1,73
écart-type			1,46	1,12	0,60	0,93	1,35	1,17	0,46	0,97

Tableau 7 – Classe expérimentale SR : comparaison des scores moyens obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du niveau des élèves

Classe expérimentale SR								
Faibles N = 6			Moyens N = 15			Forts N = 7		
SR01	2,69	8,08	SR03	4,23	2,31	SR02	8,46	8,08
SR05	3,08	7,31	SR04	5,00	6,92	SR12	7,69	8,46
SR08	2,69	5,77	SR06	4,23	6,92	SR16	7,69	8,46
SR11	3,46	3,08	SR07	5,38	5,38	SR17	8,85	8,08
SR18	2,69	3,08	SR09	5,00	3,08	SR23	9,23	7,69
SR21	3,85	4,62	SR10	4,23	8,85	SR24	10,00	7,69
moyenne	3,08	5,32	SR13	6,92	9,62	SR26	8,08	8,08
écart-type	0,49	2,11	SR14	6,92	6,54	moyenne	8,57	8,08
gain	2,24		SR15	5,77	9,62	écart-type	0,85	0,31
			SR19	5,00	4,23	gain	-0,49	
			SR20	5,00	3,85			
			SR22	4,23	7,31			
			SR25	4,62	5,77			
			SR27	4,23	5,77			
			SR28	4,23	4,62			
			moyenne	5,00	6,05			
			écart-type	0,92	2,24			
			gain	1,05				

Tableau 8 – Classe expérimentale SR : moyenne des scores obtenus par élève au questionnaire évaluant la persévérance

Dans ce tableau les items inversés (en bleu) ont été inversés afin de pouvoir calculer les moyennes par élève au prétest et au post-test.

Mise en évidence des élèves forts

Ideleve	sexe	annee	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	Moy (pré)	Moy (post)
SR01	2	5	3	4	3	4	4	2	4	4	2	2	1	2	4	2	4	3	3,50	2,50
SR02	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4,00	3,75
SR03	2	5	2	3	2	4	2	2	2	3	2	4	2	1	2	3	1	2	2,50	2,13
SR04	2	5	2	2	3	4	3	1	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	2,75	3,25
SR05	2	5	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	4	2	3	3	2,88	2,63
SR06	2	5	3	4	3	2	2	2	2	1	3	3	4	2	3	2	4	3	2,38	3,00
SR07	1	5	2	3	4	3	4	2	3	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2,88	1,50
SR08	2	5	2	1	4	3	4	4	3	1	4	4	3	4	3	3	4	1	2,75	3,25
SR09	1	5	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3,38	3,38
SR10	1	5	3	2	4	4	3	4	4	4	1	2	2	2	3	3	4	3	3,50	2,50
SR11	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	4	3,00	2,50
SR12	2	5	4	3	4	3	4	4	3	2	4	3	4	4	3	4	4	4	3,38	3,75
SR13	1	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,88	4,00
SR14	2	5	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3,63	3,75
SR15	2	5	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	2	4	2	3,25	3,13
SR16	1	5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3,75	3,88
SR17	2	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3,88	3,63
SR18	1	5	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3,63	3,75
SR19	2	5	3	4	3	4	3	1	1	1	4	4	4	3	3	3	1	3	2,50	3,13
SR20	2	5	2	4	2	4	4	3	2	4	2	4	3	3	4	3	4	4	3,13	3,38
SR21	1	5	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3,38	3,38
SR22	1	5	4	4	4	4	3	4	2	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3,63	3,13
SR23	2	5	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3,63	3,88

SR24	2	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,88	4,00
SR25	2	5	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3,63	3,75
SR26	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4,00	3,75
SR27	2	5	3	4	1	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3,25	3,63
SR28	2	5	4	1	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3,25	3,75

Tableau 9a – Classe expérimentale SR : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

	motivation intrinsèque								régulation identifiée							
	MOT1		MOT5		MOT9		MOT13		MOT2		MOT6		MOT10		MOT14	
	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post
SR01	3	3	5	4	4	1	2	2	6	5	5	2	4	6	6	3
SR02	7	6	5	6	6	4	7	4	7	7	7	5	7	7	7	6
SR03	4	3	1	2	1	1	4	1	6	4	2	4	2	2	6	1
SR04	4	4	7	5	6	2	4	5	6	6	3	6	5	1	6	6
SR05	4	5	2	3	4	3	5	3	5	4	5	4	2	1	4	3
SR06	7	3	7	5	4	5	3	1	6	5	5	4	1	1	7	1
SR07	3	2	2	1	2	1	4	1	2	1	4	2	2	6	4	4
SR08	3	1	7	1	7	1	4	1	5	2	6	7	7	7	6	7
SR09	7	4	5	6	3	5	6	5	5	5	5	5	6	7	4	6
SR10	4	5	6	5	6	5	5	5	6	6	6	7	1	1	7	6
SR11	4	3	6	2	5	1	3	2	6	6	6	2	3	3	5	3
SR12	7	5	7	2	7	2	7	7	6	5	6	6	7	7	6	7
SR13	4	4	3	3	1	3	2	3	5	7	7	7	3	6	7	7
SR14	6	6	7	6	7	6	6	7	5	7	6	7	3	5	6	7
SR15	4	7	5	5	4	4	2	3	5	7	7	7	4	6	6	6
SR16	5	5	4	4	3	3	3	1	6	6	7	5	4	3	5	6
SR17	6	5	7	5	7	6	7	7	4	6	7	6	6	4	7	6
SR18	4	4	5	2	7	7	7	7	3	5	2	3	5	4	4	1
SR19	2	2	5	3	6	3	3	3	7	4	3	7	1	6	5	7
SR20	1	1	1	1	1	1	2	3	5	5	5	7	1	1	7	7
SR21	6	7	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	5	7	6	3
SR22	4	5	7	6	7	3	6	6	7	7	7	6	3	1	7	2
SR23	5	5	6	5	5	5	6	4	4	5	5	6	5	5	4	4
SR24	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6
SR25	5	6	5	6	5	6	3	6	6	7	6	7	1	1	5	7
SR26	5	5	2	1	1	2	3	1	3	6	6	7	2	3	6	7
SR27	4	6	4	7	4	2	7	4	7	2	5	5	2	3	6	5
SR28	4	7	7	7	4	7	7	7	4	6	4	7	4	1	4	1
<i>moyenne</i>	4,54	4,46	5,04	4,14	4,61	3,64	4,64	3,96	5,29	5,29	5,36	5,50	3,68	3,96	5,68	4,82
<i>écart-type</i>	1,50	1,71	1,97	2,03	2,06	2,09	1,85	2,20	1,27	1,58	1,50	1,69	2,06	2,36	1,09	2,20
	moyenne pré		4,71	moyenne post				4,05	moyenne pré		5,00	moyenne post				4,89
	ET		1,85	ET				2,01	ET		1,48	ET				1,96
	gain		-0,65						gain		-0,11					

Tableau 17 - Classe SR - Motivation autodéterminée

Tableau 9b – Classe expérimentale SR : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation non autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

	régulation externe								amotivation							
	MOT3		MOT7		MOT11		MOT15		MOT4		MOT8		MOT12		MOT16	
SR01	5	6	6	3	5	4	4	5	4	4	3	3	3	7	5	4
SR02	6	3	7	7	5	7	5	1	6	1	5	4	6	6	1	4
SR03	2	5	4	4	6	7	7	1	4	4	1	6	5	4	4	7
SR04	3	3	4	6	7	2	6	4	6	7	4	3	4	7	4	1
SR05	7	6	6	5	6	5	2	5	5	5	3	2	3	3	1	3
SR06	5	1	5	3	6	3	2	3	6	7	5	2	4	1	4	3
SR07	5	7	4	7	3	6	4	7	7	7	5	6	4	7	3	7
SR08	5	1	7	7	6	7	5	7	6	2	6	3	7	4	6	7
SR09	6	6	4	6	2	6	5	6	4	5	2	4	5	4	2	3
SR10	5	6	5	5	1	1	1	5	1	1	1	2	1	3	1	1
SR11	5	5	5	7	4	7	5	6	5	5	2	6	5	4	2	5
SR12	1	4	2	7	2	1	6	6	1	5	2	1	1	1	1	1
SR13	6	1	5	3	5	1	6	4	6	1	6	1	2	1	4	1
SR14	5	6	6	7	6	1	7	7	4	1	2	2	1	2	1	6
SR15	4	2	3	1	2	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1
SR16	6	5	6	6	5	5	4	5	4	2	6	2	3	3	4	1
SR17	7	7	7	7	6	7	5	5	6	1	1	1	1	2	1	1
SR18	7	3	7	1	6	1	3	1	6	7	1	1	2	1	1	1
SR19	6	6	1	6	5	4	4	5	4	7	3	2	2	2	3	1
SR20	7	7	7	7	7	5	4	7	1	1	1	1	1	1	1	1
SR21	5	2	4	3	5	3	5	6	3	2	2	3	3	2	2	2
SR22	2	1	1	1	1	1	7	5	4	5	4	6	4	2	5	1
SR23	3	3	3	2	3	2	4	3	4	6	3	2	4	2	4	2
SR24	7	6	7	6	4	1	5	5	4	2	6	2	5	2	4	2
SR25	7	3	7	3	7	2	7	4	3	2	2	1	2	1	1	1
SR26	2	4	7	6	7	5	4	2	3	2	1	1	1	2	2	1
SR27	1	1	7	2	3	4	7	6	2	1	1	1	1	1	1	1
SR28	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	7	1
Moy	4,79	3,96	5,04	4,61	4,61	3,61	4,68	4,43	4,14	3,39	2,96	2,50	3,04	2,75	2,71	2,50
ET	1,89	2,15	1,88	2,25	1,85	2,30	1,61	1,97	1,65	2,35	1,82	1,71	1,75	1,96	1,78	2,10
	moyenne pré			4,78	moyenne post			4,15	moyenne pré			3,21	moyenne post			2,79
	ET			1,81	ET			2,17	ET			1,75	ET			2,03
	gain			-0,62					gain			-0,43				

Tableau 18 - Classe SR - Motivation non autodéterminée

Tableau 10a : Classe SR : Résultats obtenus par les élèves au questionnaire sur les émotions positives

Mise en évidence des élèves forts

	fierté		soulagement		excitation		espoir		plaisir	
	EMO1		EMO2		EMO3		EMO4		EMO5	
SR01	2	2	2	1	1	1	1	5	4	1
SR02	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SR03	5	3	5	5	1	1	5	1	3	2
SR04	5	5	4	5	2	3	5	4	4	3
SR05	5	3	4	4	3	3	5	3	3	3
SR06	5	5	4	2	3	3	5	4	3	3
SR07	3	2	5	3	1	1	3	3	1	1
SR08	5	3	3	5	5	1	4	5	1	5
SR09	5	5	4	5	1	1	5	4	1	1
SR10	5	5	4	4	3	1	5	3	3	1
SR11	3	3	2	5	2	3	4	4	2	3
SR12	5	3	4	5	5	3	4	1	4	3
SR13	4	5	4	4	3	3	5	5	2	3
SR14	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5
SR15	5	4	5	5	2	3	5	4	3	2
SR16	5	4	5	5	3	1	5	5	3	1
SR17	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4
SR18	5	1	5	5	5	3	5	5	5	5
SR19	5	3	5	5	3	3	5	5	1	3
SR20	5	5	5	5	1	2	5	5	2	1
SR21	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5
SR22	5	5	5	4	3	3	5	5	5	5
SR23	5	4	3	3	4	4	5	5	4	4
SR24	5	5	4	2	4	2	5	5	4	4
SR25	4	4	5	5	3	4	5	5	3	5
SR26	4	4	4	4	3	3	5	5	2	1
SR27	4	4	4	4	1	1	5	3	1	3
SR28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	4,61	3,96	4,29	4,25	3,07	2,71	4,61	4,25	3,11	3,11
	0,79	1,14	0,90	1,11	1,46	1,33	0,92	1,17	1,37	1,55
gain	-0,64		-0,04		-0,36		-0,36		0,00	
	moyenne pré EMO+		3,94	moyenne post EMO+		3,66				
	ET		1,09	ET		1,26				
	gain		-0,28							

Tableau 19 - Classe SR - Emotions positives

Tableau 10b : Classe SR : Résultats obtenus par les élèves au questionnaire sur les émotions négatives

Mise en évidence des élèves forts

	nervosité		colère		ennui		peur		inquiétude		honte		désespoir		tristesse		frustration	
	EMO6		EMO7		EMO8		EMO9		EMO10		EMO11		EMO12		EMO13		EMO14	
SR01	4	5	4	4	5	5	4	2	4	3	3	3	3	4	2	2	3	4
SR02	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	5	4	2	2
SR03	1	1	3	4	4	5	3	4	1	3	3	3	1	2	2	1	4	3
SR04	1	2	2	2	3	1	3	2	3	4	3	1	2	2	3	3	3	4
SR05	3	1	2	2	3	3	1	2	2	2	3	3	5	3	2	2	3	2
SR06	2	1	4	2	3	4	1	1	1	2	1	2	3	1	2	3	3	3
SR07	4	5	5	5	2	3	4	4	4	5	3	4	4	5	1	1	3	3
SR08	3	3	5	5	1	5	5	3	5	3	5	4	5	5	1	1	1	5
SR09	4	3	4	3	5	1	4	4	3	4	2	2	3	2	1	1	3	3
SR10	1	3	3	3	2	5	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1
SR11	4	3	2	4	4	4	3	3	3	3	4	3	2	3	2	2	3	3
SR12	1	1	3	1	2	2	2	3	2	5	2	3	2	1	5	4	2	4
SR13	1	1	3	1	3	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	3	3	1
SR14	3	3	3	3	1	2	2	2	2	1	2	3	3	3	4	4	4	2
SR15	1	1	1	2	4	3	1	3	2	3	3	4	3	3	2	3	2	1
SR16	4	2	4	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	1	5	3
SR17	1	3	5	4	1	1	1	1	1	1	5	1	3	1	5	4	3	5
SR18	4	2	5	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1	2	5	1	1	4
SR19	1	1	1	2	4	4	3	3	2	4	2	1	1	1	3	3	3	4
SR20	3	4	4	4	3	3	2	1	3	3	2	3	4	4	1	1	4	3
SR21	2	2	1	4	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	5	5	3	2
SR22	3	5	5	4	1	1	4	4	3	1	4	1	1	1	5	4	5	1
SR23	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	4	4	2	2
SR24	1	1	1	2	1	2	1	4	1	2	2	2	2	2	4	4	3	2
SR25	2	1	2	1	2	1	2	3	3	3	3	2	3	3	2	4	1	2
SR26	2	2	2	1	3	5	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	3	3
SR27	1	1	2	3	3	1	4	2	3	5	3	1	5	2	1	3	3	3
SR28	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	5	3	3	1
	2,25	2,14	2,86	2,68	2,43	2,61	2,14	2,25	2,21	2,39	2,46	2,25	2,50	2,25	2,89	2,64	2,82	2,71
	1,21	1,35	1,43	1,31	1,29	1,52	1,30	1,14	1,10	1,40	1,10	1,14	1,26	1,21	1,52	1,28	1,06	1,18
	-0,11		-0,18		0,18		0,11		0,18		-0,21		-0,25		-0,25		-0,11	
	-0,08		-0,13		0,13		0,09		0,14		-0,19		-0,20		-0,18		-0,10	
	moyenne pré EMO-		2,51				moyenne post EMO-		2,44									
	ET		1,25				ET		1,28									
	gain		-0,07															

Tableau 20 - Classe SR - Emotions négatives

Annexe 13 - Scores moyens obtenus par les élèves des classes Contrôles aux différents tests

Tableau 11 – Classes C : comparaison des scores moyens obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du problème à résoudre

Classes contrôle										
			Problème 1 /5		Problème 2 /3		Problème 3 /2		Problème 4 /3	
Elève	sexe	année	pré	post	pré	post	pré	post	pré	post
C101	2	6	1,5	5	1,5	1	2	2	2,5	3
C102	2	6	1,5	5	1	1	2	2	2	2,5
C103	2	6	5	5	3	1,5	2	2	3	3
C104	2	6	5	5	3	1,5	2	2	1,5	3
C105	1	6	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1	1	1,5
C106	1	6	2,5	4,5	2,5	3	2	1	2	1,5
C108	1	6	5	5	0,5	2	2	2	3	3
C109	1	6	3,5	5	2,5	1,5	2	2	2,5	3
C110	2	6	5	5	3	0,5	2	2	3	3
C111	2	6	3	1,5	1,5	3	2	2	2,5	2
C112	1	6	1,5	5	3	0,5	0,5	2	1,5	3
C113	1	6	2,5	5	0,5	1	2	2	3	2
C202	2	5	0,5	0	1	0	2	2	1,5	1,5
C203	1	5	0	1,5	0	1,5	0	1,5	1	1
C204	1	5	0,5	0	0	1	0,5	0	1	1
C205	1	5	1,5	0	0	3	2	1,5	2,5	1,5
C206	1	5	2,5	0	0	0	2	0,5	0	0
C207	2	5	1	1	0	1	1,5	1	0,5	1,5
C208	1	5	3	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	1
C209	2	5	0,5	0	0,5	0	0	0	1	0
C210	2	5	3	3,5	3	2,5	2	2	3	3
C211	1	5	2	1,5	2,5	3	2	1,5	2,5	2,5
C212	2	6	3,5	2	3	0	2	0	1	1,5
C213	1	6	0	1	0	0	0	0,5	1	0
C214	1	6	2,5	4,5	0,5	2,5	2	1,5	2	2
C215	2	6	0,5	0	1	1,5	2	2	2	2,5
C216	2	6	1,5	2,5	2,5	0,5	2	2	2	1
C217	1	6	1,5	2	0,5	3	1,5	1,5	2	2,5
Moyenne			2,16	2,59	1,38	1,39	1,57	1,46	1,89	1,89
Écart-type			(1,56)	(2,07)	(1,38)	(1,03)	(0,73)	(0,69)	(0,84)	(0,98)

Tableau 12 – Classe C : comparaison des scores moyens obtenus au prétest et au post-test cognitifs en fonction du niveau des élèves

Classe C – Résultats moyens des élèves								
faibles			moyens			forts		
	pré	post		pré	post		pré	post
C105	1,92	4,23	C101	5,77	8,46	C103	10,00	8,85
C202	3,85	2,69	C102	5,00	8,08	C104	8,85	8,85
C203	0,77	4,23	C106	6,92	7,69	C108	8,08	9,23
C204	1,54	1,54	C111	6,92	6,54	C109	8,08	8,85
C206	3,46	0,38	C112	5,00	8,08	C110	10,00	8,08
C207	2,31	3,46	C113	6,15	7,69	C210	8,46	8,46
C209	1,54	0,00	C205	4,62	4,62	C212	7,31	2,69
C213	0,77	1,15	C208	6,54	3,46	moyenne	8,68	7,86
moyenne	2,02	2,21	C211	6,92	6,54	écart-type	(1,01)	(2,31)
écart-type	(1,14)	(1,68)	C214	5,38	8,08			
			C215	4,23	4,62			
			C216	6,15	4,62			
			C217	4,23	6,92			
			moyenne	5,68	6,57			
			écart-type	(1,01)	(1,69)			

Tableau 13 – Classes C : moyenne des scores obtenus par élève au questionnaire évaluant la persévérance

Dans ce tableau les items inversés (en bleu) ont été inversés afin de pouvoir calculer les moyennes par élève et l’alpha de Cronbach (annexe 14).

Mise en évidence des élèves forts

Ideleve	Année	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	PERS1	PERS2	PERS3	PERS4	PERS5	PERS6	PERS7	PERS8	Moy (pré)	Moy (post)
C101	6	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2,63	2,63
C102	6	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	2	4	1	4,00	2,75
C103	6	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3,38	3,75
C104	6	3	2	3	2	3	3	2	2	3	4	4	3	3	4	3	3	2,50	3,38
C105	6	2	3	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	3	2,50	2,38
C106	6	2	3	2	3	3	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	2,13	1,88
C108	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,00	4,00
C109	6	4	4	4	4	4	4	2	4	2	3	4	4	4	3	3	1	3,75	3,00
C110	6	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3,50	3,25
C111	6	3	4	3	2	3	3	2	3	3	4	2	2	3	3	2	2	2,88	2,63
C112	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1,00	1,13
C113	6	2	2	2	2	4	2	3	3	2	2	3	2	4	3	3	2	2,50	2,63
C202	5	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,38	1,00
C203	5	2	4	2	2	1	3	1	3	2	4	3	3	3	3	1	4	2,25	2,88
C204	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4,00	3,63
C205	5	4	3	1	1	3	1	1	3	1	2	4	4	3	4	3	2	2,13	2,88
C206	5	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2,25	3,13
C207	5	3	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	2	3,25	2,75
C208	5	4	3	4	3	2	4	2	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3,25	3,50
C209	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	4	3	2	3	1,00	2,38
C210	5	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3,25	3,50

C211	5	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	2	4	2	3	3	2,13	3,00
C212	6	2	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2	3	2	2	1,25	1,88
C213	6	2	4	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2,75	2,25
C214	6	1	4	4	2	4	3	1	2	4	2	4	4	4	4	4	3	2,63	3,63
C215	6	3	3	2	2	2	3	2	3	1	1	4	2	1	1	1	1	2,50	1,50
C216	6	2	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3,13	3,75
C217	6	3	2	1	1	4	2	1	3	1	2	2	2	1	2	1	2	2,13	1,63

Tableau 14a – Classes C : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

Ideleve	Année	motivation intrinsèque								régulation identifiée								
		MOT1		MOT5		MOT9		MOT13		MOT2		MOT6		MOT10		MOT14		
C101	6	4	3	4	1	4	1	3	2	4	5	5	4	3	5	5	3	
C102	6	7	7	6	3	6	1	7	1	1	1	7	1	7	1	7	1	
C103	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	5	6	5	6	5	6	6	
C104	6	6	5	5	3	2	2	3	3	6	4	5	6	4	2	4	3	
C105	6	4	5	2	5	4	6	4	5	2	6	6	7	2	4	6	7	
C106	6	5	3	3	3	1	3	3	2	3	2	4	4	1	4	4	2	
C108	6	7	5	7	7	7	1	7	6	6	3	7	5	6	7	7	6	
C109	6	5	4	2	3	3	2	1	2	7	4	7	5	4	1	5	3	
C110	6	4	4	4	4	3	4	4	3	6	4	6	4	5	4	6	4	
C111	6	2	6	1	5	1	5	2	5	5	7	4	7	4	7	5	7	
C112	6	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
C113	6	2	6	2	7	4	6	4	4	6	4	5	5	3	5	6	6	
C202	5	5	4	7	4	5	1	4	3	6	1	6	1	1	1	6	1	
C203	5	1	1	2	1	1	2	1	1	5	1	1	2	1	1	2	6	
C204	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
C205	5	5	4	6	5	7	6	7	3	7	1	5	7	5	5	1	6	
C206	5	3	4	2	5	1	4	3	4	1	4	4	5	1	3	1	3	
C207	5	5	4	7	2	7	2	7	4	7	7	5	1	7	3	6	1	
C208	5	4	3	4	2	3	1	3	2	6	4	6	2	1	1	5	7	
C209	5	6	1	1	1	1	1	1	1	7	1	6	5	2	3	4	4	
C210	5	6	6	6	7	6	5	6	6	4	4	7	6	6	4	7	7	
C211	5	1	3	2	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	
C212	6	6	1	5	5	2	1	1	1	5	2	6	6	7	3	7	4	
C213	6	3	4	1	4	1	4	1	3	2	2	2	3	1	3	3	2	
C214	6	6	5	5	7	4	5	3	4	4	6	3	7	1	4	5	6	
C215	6	4	3	3	2	5	1	4	2	3	1	6	7	6	3	5	5	
C216	6	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	
C217	6	5	5	7	1	7	2	7	3	6	4	2	7	6	4	7	7	
moyenne		4,36	4,07	3,93	3,75	3,64	2,93	3,68	3,11	4,50	3,39	4,79	4,43	3,57	3,32	4,64	4,18	
écart-type		2,03	1,82	2,26	2,22	2,38	2,04	2,34	1,88	2,10	2,04	1,99	2,19	2,38	1,94	2,15	2,29	
		moyenne pré			3,90		moyenne post			3,46		moyenne pré		4,38		moyenne post		3,83
		écart-type			2,25		écart-type			1,99		écart-type		2,15		écart-type		2,12
		gain			-0,44							gain		-0,54				

Tableau 21 - Classe C - Motivation autodéterminée

Tableau 14b – Classes C : moyenne des scores obtenus par élève au pré et post-tests sur l'échelle mesurant 2 composantes de la motivation non autodéterminée

Mise en évidence des élèves forts

Idelev e	Année	régulation externe								amotivation							
		MOT3		MOT7		MOT11		MOT15		MOT4		MOT8		MOT12		MOT16	
C101	6	6	6	5	6	3	6	3	6	2	7	3	5	2	5	1	4
C102	6	2	5	1	2	1	7	1	6	1	1	1	1	1	7	1	4
C103	6	3	2	3	2	2	1	2	6	4	1	1	2	2	1	1	2
C104	6	3	3	6	5	4	2	4	3	2	2	1	2	5	1	2	1
C105	6	7	7	7	6	6	1	5	6	5	5	2	2	1	3	3	2
C106	6	6	7	7	4	6	6	1	5	6	4	5	4	5	4	1	5
C108	6	3	7	2	4	2	3	7	5	1	2	2	2	1	1	1	1
C109	6	6	6	6	7	6	6	7	7	1	1	1	1	3	1	2	2
C110	6	7	7	7	7	3	7	4	7	1	5	2	4	2	5	2	4
C111	6	6	4	6	7	4	2	7	2	3	2	4	2	5	1	3	2
C112	6	7	7	7	7	7	7	7	1	7	1	7	7	7	7	7	7
C113	6	4	2	7	2	5	3	6	2	3	1	1	2	2	3	3	1
C202	5	6	7	7	7	4	7	5	1	4	7	3	2	4	2	1	3
C203	5	3	5	6	3	7	2	1	1	5	7	5	4	4	4	6	7
C204	5	7	7	7	7	7	7	7	7	4	3	4	1	4	1	1	1
C205	5	4	1	6	4	1	2	1	3	1	3	3	1	1	2	1	2
C206	5	7	5	7	4	7	4	5	4	7	6	3	3	6	4	7	2
C207	5	4	3	4	5	4	4	1	7	6	6	3	6	1	5	1	7
C208	5	2	3	7	7	1	7	4	1	7	7	1	7	1	6	1	1
C209	5	5	7	7	7	6	7	1	2	5	5	5	7	7	7	5	7
C210	5	2	2	3	2	2	2	5	6	2	2	1	1	1	2	1	1
C211	5	6	7	7	7	7	7	2	1	1	6	3	5	6	6	7	6
C212	6	7	4	7	4	5	7	1	2	2	1	1	1	3	4	1	1
C213	6	5	4	4	2	7	7	1	3	3	3	5	2	3	3	5	5
C214	6	7	4	6	4	4	2	2	6	5	5	7	5	4	4	7	4
C215	6	4	7	5	5	5	5	3	6	5	7	4	4	3	6	6	3
C216	6	7	7	7	7	7	7	1	1	3	7	7	4	7	7	1	4
C217	6	4	5	1	6	2	7	3	4	3	3	5	2	4	1	5	5
moyenne		5,00	5,04	5,54	5,00	4,46	4,82	3,46	3,96	3,54	3,93	3,21	3,18	3,39	3,68	2,96	3,36
Écart-type		1,79	1,94	1,90	1,91	2,13	2,34	2,29	2,29	1,99	2,34	1,96	1,95	1,99	2,12	2,37	2,18
		moyenne pré			4,62	moyenne post			4,71	moyenne pré			3,28	moyenne post			3,54
		écart-type			2,03	écart-type			2,12	écart-type			2,08	écart-type			2,15
		gain			0,09					gain			0,26				

Tableau 22 - Classe C - Motivation non autodéterminée

Tableau 15a – Classe C : Résultats obtenus par les élèves au questionnaire sur les émotions positives

Mise en évidence des élèves forts

élève	Année	fierté		soulagement		excitation		espoir		plaisir	
		EMO1	EMO2	EMO3	EMO4	EMO5					
C101	6	3	3	5	3	3	1	5	3	3	1
C102	6	5	1	5	1	5	5	5	5	5	1
C103	6	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5
C104	6	4	4	5	4	2	2	4	2	3	2
C105	6	4	4	3	3	3	2	5	4	2	3
C106	6	3	3	5	2	1	1	3	2	1	1
C108	6	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5
C109	6	3	4	4	1	1	2	5	5	2	2
C110	6	5	4	5	4	3	2	5	5	3	2
C111	6	4	3	5	5	1	1	5	5	1	1
C112	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C113	6	4	4	4	3	1	2	4	5	2	1
C202	5	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1
C203	5	3	1	5	2	1	2	3	3	1	3
C204	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C205	5	4	4	3	2	4	3	3	4	1	4
C206	5	4	3	2	2	1	1	3	4	1	1
C207	5	4	2	5	4	5	2	3	1	5	1
C208	5	5	3	5	5	3	1	5	5	4	1
C209	5	1	5	1	3	1	1	1	3	1	1
C210	5	4	4	5	4	5	5	5	3	5	5
C211	5	3	1	4	2	1	1	3	3	1	1
C212	6	1	2	3	4	1	2	1	3	1	2
C213	6	3	3	3	3	1	2	3	3	1	1
C214	6	5	4	3	3	1	5	3	5	3	5
C215	6	5	3	3	3	2	1	3	4	2	1
C216	6	1	5	1	5	1	1	1	3	1	1
C217	6	2	2	5	2	1	1	2	5	2	1
	<i>moyenne</i>	3,43	3,29	3,79	3,07	2,32	2,25	3,43	3,64	2,39	2,11
	<i>ET</i>	1,40	1,30	1,47	1,27	1,66	1,55	1,48	1,37	1,55	1,57
	<i>gain</i>	-0,14		-0,71		-0,07		0,21		-0,29	
	<i>effect size</i>	-0,11		-0,52		-0,04		0,15		-0,18	
		moyenne pré EMO+		3,07	moyenne post EMO+		2,87				
		ET		1,51	ET		1,41				
		gain		-0,20							

Tableau 23 - Classe C - Emotions positives

Tableau 15b – Classe C : Résultats obtenus par les élèves au questionnaire sur les émotions négatives

Mise en évidence des élèves forts

élève	Année	nervosité		colère		ennui		peur		inquiétude		honte		désespoir			tristesse		frustration
		EMO6	EMO7	EMO8	EMO9	EMO10	EMO11	EMO12	EMO13	EMO14									
C101	6	2	3	4	3	4	1	2	3	2	3	3	5	4	4	2	1	3	3
C102	6	1	1	5	5	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5	4	1	1	1
C103	6	1	2	3	4	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	5	2	3
C104	6	5	4	4	5	4	2	3	1	3	2	3	3	4	4	2	2	5	5
C105	6	2	3	2	4	4	3	3	2	2	2	1	1	2	1	3	2	5	4
C106	6	2	2	5	2	5	4	2	3	5	1	3	2	5	2	1	1	4	1
C108	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	3	1	1
C109	6	1	1	4	1	5	3	1	1	1	1	2	1	3	1	1	2	3	1
C110	6	2	2	4	3	2	4	1	1	1	1	2	1	3	3	3	2	5	4
C111	6	4	5	3	3	5	1	2	3	4	3	3	2	3	4	1	1	4	1
C112	6	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C113	6	2	2	1	3	4	4	2	1	3	1	1	1	3	1	2	2	3	2
C202	5	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
C203	5	1	1	2	2	5	3	3	4	5	1	3	3	2	1	1	4	2	3
C204	5	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	3
C205	5	3	1	5	3	5	3	1	4	1	1	1	3	1	3	3	4	1	5
C206	5	1	1	2	1	5	3	1	3	2	2	4	1	3	4	1	1	3	3
C207	5	4	3	4	4	3	3	1	4	2	3	2	5	2	2	4	1	5	2
C208	5	1	2	1	2	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
C209	5	1	1	1	1	5	2	1	1	1	4	1	1	1	5	1	1	1	1
C210	5	2	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1
C211	5	2	2	2	2	5	4	3	1	2	1	2	1	2	4	1	1	2	1
C212	6	5	4	5	4	5	2	1	2	1	1	1	3	3	3	1	3	5	1

C213	6	2	2	2	3	2	5	3	1	3	3	1	2	2	2	1	2	2	3
C214	6	2	1	5	3	5	2	2	1	1	1	2	1	4	1	2	3	3	5
C215	6	4	1	4	3	5	5	1	1	3	2	2	4	2	1	1	1	3	1
C216	6	5	1	5	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C217	6	2	1	5	5	5	5	2	4	4	4	3	3	4	4	1	3	4	5
moyenne		2,18	1,89	3,07	2,61	3,89	3,00	1,57	1,79	2,04	1,64	1,79	1,89	2,29	2,25	2,21	2,14	2,61	2,29
Écart-type		1,36	1,13	1,54	1,34	1,45	1,54	0,79	1,17	1,29	0,99	0,92	1,26	1,21	1,46	1,50	1,38	1,52	1,51
gain		-0,29		-0,46		-0,89		0,21		-0,39		0,11		-0,04		-0,07		-0,32	
		moyenne pré EMO-			2,40			moyenne post EMO-			2,17								
			ET	1,29					ET	1,31									
		gain			-0,24														

Tableau 24 - Classe C - Emotions négatives

Annexe 14 - Calculs des alphas de Cronbach des différentes échelles utilisées

1. Calcul de l'alpha du test cognitif (prétest)

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,662	4

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
P1,1,	2,113	1,5264	71
P1,2,	1,338	1,1332	71
P1,1,	1,599	,6741	71
P1,2,	1,887	,8750	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
P1,1,	4,824	3,815	,579	,515
P1,2,	5,599	5,840	,452	,588
P1,1,	5,338	7,406	,474	,613
P1,2,	5,049	6,973	,403	,625

2. Calcul de l'alpha de l'échelle mesurant la persévérance

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,884	8

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
PERS1,1	3,0423	,90137	71
PERS1,4	3,0986	,97329	71
PERS1,6	3,0563	,98398	71
invPers12	3,1690	,95597	71
invPers13	3,0563	,99839	71
invPers5	3,2254	,89757	71
invPers17	2,9014	1,09746	71
invpers18	2,9437	,99839	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
PERS1,1	21,4507	26,794	,663	,869
PERS1,4	21,3944	25,299	,771	,858
PERS1,6	21,4366	26,707	,602	,875
invPers12	21,3239	27,594	,527	,882
invPers13	21,4366	25,992	,669	,868
invPers15	21,2676	27,142	,625	,873
invPers17	21,5915	24,588	,735	,861
invpers18	21,5493	26,308	,634	,872

3. Calcul de l'alpha de l'échelle de mesures des émotions

3.a) Emotions positives

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,858	5

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
EMO1,1	4,13	1,194	71
EMO1,2	4,20	1,166	71
EMO1,3	3,00	1,595	71
EMO1,4	4,10	1,311	71
EMO1,5	2,97	1,493	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
EMO1,1	14,27	19,970	,767	,809
EMO1,2	14,20	21,103	,664	,833
EMO1,3	15,39	17,842	,683	,830
EMO1,4	14,30	20,640	,607	,845
EMO1,5	15,42	18,476	,692	,825

3.b) Emotions négatives

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,514	9

ALPHA trop faible pour calculer un score !

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
EMO1,6	2,34	1,330	71
EMO1,7	3,06	1,453	71
EMO1,8	2,86	1,561	71
EMO1,9	1,97	1,082	71
EMO1,10	2,24	1,247	71
EMO1,11	2,21	1,182	71
EMO1,12	2,49	1,217	71
EMO1,13	2,79	1,520	71
EMO1,14	2,83	1,320	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
EMO1,6	20,45	22,394	,418	,418
EMO1,7	19,73	21,627	,421	,410
EMO1,8	19,93	29,524	-,149	,619
EMO1,9	20,82	23,209	,484	,414
EMO1,10	20,55	22,023	,499	,394
EMO1,11	20,58	24,190	,330	,454
EMO1,12	20,30	21,811	,539	,383
EMO1,13	20,00	35,286	-,452	,700
EMO1,14	19,96	21,898	,468	,400

4. Calcul de l'alpha de l'échelle de mesure de la motivation

4.a) Motivation intrinsèque

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,882	4

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
MOT1,1	4,66	1,681	71
MOT1,5	4,72	2,044	71
MOT1,9	4,24	2,108	71
MOT1,13	4,42	2,068	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
MOT1,1	13,38	31,925	,615	,894
MOT1,5	13,32	25,279	,826	,815
MOT1,9	13,80	25,332	,786	,832
MOT1,13	13,62	26,068	,762	,841

4.b) Régulation identifiée

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,731	4

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
MOT1,2	5,00	1,781	71
MOT1,6	5,20	1,737	71
MOT1,10	3,61	2,233	71
MOT1,14	5,28	1,782	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
MOT1,2	14,08	20,793	,482	,694
MOT1,6	13,89	18,987	,647	,605
MOT1,10	15,48	19,139	,393	,766
MOT1,14	13,80	19,018	,617	,619

4.c) Régulation externe

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,616	4

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
MOT1,3	4,89	1,809	71
MOT1,7	5,23	1,869	71
MOT1,11	4,35	2,050	71
MOT1,15	4,00	2,007	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
MOT1,3	13,58	17,762	,449	,510
MOT1,7	13,24	16,013	,560	,422
MOT1,11	14,11	14,930	,552	,416
MOT1,15	14,46	22,052	,095	,754

Nous avons fait le choix d'enlever l'item 15 du calcul du score de cette sous-échelle.

4.d) Amotivation

Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
,787	4

Statistiques d'éléments

	Moyenne	Ecart type	N
MOT1,4	3,86	1,966	71
MOT1,8	3,14	1,854	71
MOT1,12	3,27	1,897	71
MOT1,16	2,86	2,086	71

Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
MOT1,4	9,27	23,227	,535	,765
MOT1,8	9,99	22,443	,646	,710
MOT1,12	9,86	22,351	,629	,718
MOT1,16	10,27	21,685	,576	,746

Annexe 15 – Tableau d'analyse des scores moyens des élèves forts

	SRE N = 4		SE N = 7		C N = 7	
Persévérance	3,47 (0,63) 0,00	3,47 (0,51)	3,79 (0,42) 0,02	3,80 (0,38)	3,09 (1,04) 0,16	3,25 (0,90)
Emotions positives	4,25 (0,94) -0,05	4,20 (0,96)	4,37 (0,67) -0,57	3,80 (1,27)	3,77 (1,40) -0,17	3,60 (1,38)
Emotions négatives	2,53 (1,10) -0,33	2,19 (0,86)	1,79 (0,84) -0,02	1,78 (0,98)	2,11 (1,10) -0,43	1,68 (0,98)
Motivation intrinsèque	5,50 (1,30) 0,50	6,00 (1,43)	5,94 (1,59) -1,44	4,50 (1,70)	4,86 (1,94) -0,68	4,18 (2,02)
Régulation identifiée	5,31 (1,80) 0,31	5,63 (1,48)	6,19 (1,03) -0,44	5,75 (0,99)	5,86 (1,00) -1,50	4,36 (1,32)
Régulation externe	3,13 (2,07) -0,31	2,81 (2,11)	3,75 (1,71) 0,38	4,13 (1,26)	3,18 (1,47) 0,04	3,21 (1,72)
	2,94 (2,12) -0,44	2,50 (1,89)	3,06 (2,15) -0,81	2,25 (1,74)	1,75 (0,87) 0,18	1,93 (1,32)

Résumé

La résolution de problèmes mathématiques est au centre de nombreuses recherches car les résultats aux épreuves organisées en Fédération Wallonie-Bruxelles montrent des faiblesses chez les élèves à l'école primaire.

Les chercheurs mettent en évidence des facteurs d'ordre motivationnels ou émotionnels qui influencent les performances des élèves.

Les différents types de motivation de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2008), motivation autodéterminée et non-autodéterminée, ont une influence sur les émotions et sur les performances des élèves. Sarrazin, Tessier et Trouilloud (2006) détaillent les moyens d'augmenter la motivation intrinsèque.

La métacognition est considérée comme un facteur favorable à la réussite en mathématique (Berger, 2015). Improve (Mevarech, 1985) et Solve it ! (Montague, 2003) sont des pédagogies métacognitives qui s'adaptent parfaitement à la résolution de problèmes mathématiques. De plus, la métacognition donne des résultats positifs sur l'augmentation de la motivation intrinsèque (Mevarech & Kramarski, 2014).

La persévérance est corrélée positivement aux stratégies cognitives et métacognitives (Verschaffel, Greer, & De Corte, 2000) et est une condition préalable fondamentale à la performance mathématiques (Fiedler & Beier, 2014), pour leur part, présentent la persévérance comme une condition préalable fondamentale à la performance académique.

Les émotions font partie entière des apprentissages, elles peuvent être positives ou négatives. Pekrun (2006) réalise un modèle des émotions d'accomplissements ; celles-ci sont influencées notamment par la valeur accordée à la tâche et aux résultats de celle-ci par l'élève. Les émotions d'accomplissements sont également soumises au contrôle que l'apprenant pense avoir dessus.

L'enseignement explicite est reconnu pour permettre un apprentissage plus complet auprès des élèves. Il est essentiel pour enseigner des stratégies métacognitives aux élèves.

La méthode Solve it ! propose une approche métacognitive dans un travail coopératif. L'enseignement réciproque est une forme de travail coopératif. Il permet aux élèves de s'entraider en explicitant à haute voix leurs démarches (Palincsar & Brown, 1984).

Cette recherche a pour but :

- de mesurer les effets d'un enseignement explicite de stratégies métacognitives de résolution de problèmes, utilisées dans un enseignement réciproque combiné avec un travail sur les compétences émotionnelles et
- de les comparer à l'utilisation de ces mêmes stratégies dans un enseignement réciproque sans travail spécifique sur les émotions.

Les élèves concernés sont des élèves du cycle 4 soit de 5^e et 6^e primaire de la FWB.

mots-clés : résolution de problèmes – métacognition – enseignement explicite – enseignement réciproque – motivation - émotions