



HAL
open science

Entre pouvoir et vouloir apprendre, évolution des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé de l'enfance à l'adolescence

Pauline Laurent

► To cite this version:

Pauline Laurent. Entre pouvoir et vouloir apprendre, évolution des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé de l'enfance à l'adolescence. Psychologie. Université de Nanterre - Paris X, 2020. Français. NNT : 2020PA100014 . tel-02929408

HAL Id: tel-02929408

<https://theses.hal.science/tel-02929408v1>

Submitted on 3 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Membre de l'université Paris Lumières

Pauline LAURENT

Entre pouvoir et vouloir apprendre, évolution des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé de l'enfance à l'adolescence

Thèse présentée et soutenue publiquement le *31 Janvier 2020*
en vue de l'obtention du doctorat de Psychologie
de l'Université Paris Nanterre

sous la direction du **Professeur Fabien FENOUILLET** (Université Paris Nanterre)
et la codirection de **Mme Charlotte PINABIAUX** (Université Paris Nanterre)

Jury :

Rapporteuse :	Mme Valérie Pennequin	Professeure, Université de Tour
Rapporteur :	Mr Jérôme Clerc	Professeur, INSPE de l'académie de Grenoble
Membre du jury :	Mr Laurent Cosnefroy	Professeur, Ecole Normale Supérieure de Lyon
Membre du jury :	Mr Jonathan Kaplan	Maître de Conférences, Université Lumière Lyon 2
Membre du jury :	Mme Charlotte Pinabiaux	Maître de Conférences, Université Paris Nanterre
Membre du jury :	Mr Fabien Fenouillet	Professeur, Université Paris Nanterre

Remerciements

Ces remerciements seront un peu longs mais comme il est assez rare de pouvoir exprimer sa reconnaissance, je souhaite profiter de cette occasion pour dire merci à de nombreuses personnes.

Tout d'abord, je souhaite remercier les membres du jury d'avoir accepté de lire ce manuscrit et de m'apporter leurs réflexions, conseils et suggestions d'amélioration.

Mes pensées se tournent ensuite vers mes directeurs de thèse, Fabien Fenouillet et Charlotte Pinabiaux. Je tiens particulièrement à vous remercier pour la confiance que vous m'avez accordée en acceptant d'encadrer ce travail.

Fabien, dès ma 2^{ème} année de Licence, tes cours de psychologie cognitive ont été une réelle révélation. Merci pour les discussions théoriques et les échanges que nous avons partagés au cours de ces six années de travail.

Charlotte, je ne sais comment te remercier pour ton soutien et tes encouragements qui ont été si fréquents au cours de ces années. Tu as su me dire et m'expliquer mes erreurs, me faire confiance, et me pousser à avancer quoiqu'il arrive. Merci également pour nos nombreuses conversations où nous refaisons le monde. Merci pour ces journées de travail, parfois en présence d'Anouk et d'Elise. Elles ont été d'une grande aide dans l'aboutissement de cette recherche.

Je souhaite également remercier Marie de Montalembert, qui a co-dirigé mes mémoires de Master 1 et de Master 2, et sans qui cette thèse n'aurait pas vu le jour. Tu as su me donner le goût de la recherche et de la rigueur scientifique. Tes conseils m'accompagnent toujours et ta citation d'Oscar Wilde, évoquée si fréquemment dans tes cours, soutient mes processus volitionnels : « Il faut toujours viser la lune, car même en cas d'échec, on atterrit dans les étoiles ».

Je remercie également les enseignants de psychologie cognitive, rencontrés dès mes premiers pas à l'université : Antonine Goumi, Laure Léger et Emmanuel Schneider. Au travers de vos enseignements, vous avez su attiser ma curiosité et ma soif d'apprendre. Vos conseils ont toujours été d'une grande utilité, merci.

Mes remerciements vont également aux membres des équipes FoCoN et Technologie Positive pour les nombreux séminaires de recherches, sources d'échanges constructifs.

Merci aux collègues de l'équipe CHArt-UPEC qui m'ouvrent à de nouveaux horizons et m'ont apporté leur aide, grâce à leur organisation, pour terminer sereinement ce manuscrit.

Je souhaite également adresser mes remerciements aux nombreux établissements scolaires qui m'ont ouvert leurs portes, en particulier l'école élémentaire Mozart de Vélizy-Villacoublay, le lycée Blaise Pascal d'Orsay et le lycée Les Pierres Vives de Carrières-sur-Seine. Je remercie les responsables académiques et de circonscription de m'avoir autorisée à intervenir dans ces établissements. Merci également aux parents d'élèves, aux enfants, lycéens et enseignants ayant accepté de participer à mes études. Sans vous, la réalisation de cette recherche n'aurait pu avoir lieu.

Merci aux doctorants de la C14 pour votre bonne humeur, l'entraide et les fous rires. Nous nous souviendrons longtemps de nos galères ! Merci aux anciens doctorants qui m'ont accueillie et aidée dans mes premiers pas de jeune chercheuse : Hind, Ebru, Juliana, Lamia. Merci aux doctorants ou jeunes docteurs ayant partagé ce chemin sinueux et dont certains sont

devenus des amis : Elodie, Rachel, Lisa, Désirée, Clément, Hassan, Simon, Damien, Tlidja, Maud, Nicolas... Merci également aux nouveaux doctorants, qui en dépit de nos conseils, ont choisi de tenter cette aventure périlleuse : Julien et Louise en particulier. Vos sourires, votre bonne humeur et votre dynamisme me rappellent que la thèse est aussi une belle aventure !

Je remercie les élèves chiens-guides d'aveugle qui m'ont accompagnée dans de nombreux cours et qui ont pimenté mes journées de travail. Massai, mon « petit kiki », les longs mois passés à tes côtés ont été denses mais tellement enrichissants. Tu as fait preuve de bien plus de patience à mon égard que je n'en ai eu envers toi. Merci pour avoir supporté mes longues journées de réflexion et m'avoir permis de prendre des pauses. Merci également aux autres chiots qui n'ont partagé que de courtes périodes : Nanouk, Nisca, Niout, Oslo, Okapi, Pollie...

Mes remerciements vont également à mes amies. Je remercie en particulier mes Cheyennes : Alissa, Marilou, Céline, Yamina, Linda, Bettina. Vous avez su être des soutiens sans faille à chaque instant de cette aventure. Chacune de nos rencontres sont sources de nombreux souvenirs.

Merci à Claire pour nos sorties sportives, nos discussions interminables, tes conseils et encouragements.

Merci à Juliet pour m'avoir poussée à prendre quelques weekends nature.

Je remercie la JOC qui m'a fait prendre de conscience de la chance d'avoir un travail offrant une si grande liberté.

Merci à l'association DiatoTrad qui, tous les mardis soirs, réchauffe mon cœur par sa musique et sa convivialité.

Merci à l'équipe féminine du Racing Rugby Nanterre qui m'a permis, au cours de ces derniers mois, de me défouler et de me rouler dans la boue après de longues heures de travail.

Enfin, mes remerciements s'adressent à ma famille.

En premier lieu, à mes grands-parents qui n'ont toujours pas vraiment compris ce que je fais, mais qui me transmettent leur joie lors de nos rencontres. Voir vos sourires, même quand la discussion n'est plus possible, est une source de bonheur infinie.

Je remercie ensuite ma tata Odile pour ses encouragements, les invitations du dimanche midi et mon surnom « Miss TGV » qui m'accompagne depuis tant d'années.

Nicolas, mon frère, merci pour m'avoir très tôt renvoyée une belle image de moi en me disant un jour « Tu as peut-être eu des difficultés mais au moins, tu as choisi ce que tu fais ». Depuis, je m'efforce d'être toujours active dans la construction de mon chemin personnel. Merci pour tous ces moments de complicité et de discussion qui m'ont tant portée pendant ces quatre années de thèse.

Je remercie mes parents pour leur soutien sans faille, leur écoute et leur disponibilité. Merci du fond du cœur de m'avoir poussée, ou plutôt tirée, pendant tant d'années avant que je ne comprenne qu'apprendre n'est pas uniquement synonyme de souffrances et de pleurs mais également de plaisirs, de découvertes et de partages. Il est indéniable que vous m'avez transmis de nombreuses qualités et connaissances qui m'ont permis de débiter ce parcours.

Pour terminer, je remercie toutes les personnes croisées au cours de ce travail de recherche et qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.

Merci à vous tous.

Résumé de la thèse

L'apprentissage autorégulé intègre, en fonction des modèles et des auteurs, des théories motivationnelles telles que le sentiment d'efficacité personnelle, la fixation de buts, mais aussi la mise en place de stratégies liées à la gestion de l'apprentissage telles que le monitoring. Il est fréquemment mis en avant pour tenter d'expliquer la réussite ou l'échec scolaire d'un apprenant. La régulation de l'apprentissage peut se définir comme l'ensemble des pensées, des stratégies et des comportements mis en place par un apprenant pour atteindre un but préalablement défini (Shunk & Zimmerman, 1998). Ce concept partage de nombreux points communs avec les fonctions exécutives et les capacités métacognitives (monitoring et processus de contrôle) ce qui nous a conduits à nous interroger, au travers de différentes études, sur les relations entre ces deux concepts.

Ce travail de recherche a pour objectif de mieux comprendre les liens entre le contrôle cognitif (fonctions exécutives et métacognition) des apprenants et leur capacité à réguler leurs apprentissages. Nous souhaitons particulièrement observer l'évolution de ces relations entre l'enfance et l'adolescence. Ainsi, au travers de trois études, nous avons développé une échelle d'évaluation de l'apprentissage autorégulé pour les élèves de CM1 et CM2, étudié les liens entre les fonctions exécutives, la métacognition et l'apprentissage autorégulé dans cette même population, ainsi que mesuré l'effet d'une formation à l'apprentissage autorégulé auprès d'élèves de seconde.

Les résultats de ces études, associés à ceux d'une précédente recherche chez l'adulte (Laurent, Fenouillet, Kaplan, Pinabiaux, & de Montalembert, en préparation), démontrent une évolution non linéaire de certaines composantes de ces concepts au cours du développement. En effet, les capacités d'inhibition et de flexibilité mentale des élèves de CM1 et CM2 sont en lien avec leur capacité de régulation de l'apprentissage tandis que nous n'observons aucune relation significative dans notre cohorte d'adolescents. Chez l'adulte, nous avons constaté que les difficultés exécutives étaient compensées par une utilisation accrue de stratégies d'autorégulation (Laurent et al., en préparation). Contrairement à nos attentes, les adolescents n'ont pas bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé sur le court comme sur le long terme. Le développement non linéaire de la maturation cérébrale ainsi que l'évolution de l'intérêt porté aux activités scolaires au cours du développement pourraient être une piste d'explication.

Cette recherche apporte de nouvelles connaissances sur les liens entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives, ainsi que sur les processus métacognitifs sous-jacents

aux apprentissages. Les recherches futures pourront s'intéresser à l'étude de groupes connus pour leurs troubles exécutifs ou leurs faibles capacités métacognitives.

Mots Clés : Apprentissage autorégulé, fonctions exécutives, métacognition, contrôle cognitif, développement.

Abstract

Self-regulated learning integrates motivational theories such as self-efficacy and goal setting, but also learning management strategies such as monitoring. It is often pointed out as responsible for the academic success or failure of a learner. Self-regulated learning can be defined as the thoughts, strategies and behaviors activated by a learner to achieve a predefined goal (Shunk & Zimmerman, 1998). This concept shares many points with the executive functions and metacognitive capacities (monitoring and control processes) which led us to examine, through various studies, the relationship between these two concepts.

This research project aims at better understanding the links between the learner's cognitive control (executive functions and metacognition) and the ability to regulate learning. We particularly focused on analysing the evolution of these relations between childhood and adolescence. Three studies were conducted. The first enabled us to develop a self-regulated learning assessment scale for CM1 and CM2 students. In addition, we studied the links between the executive functions, metacognition and self-regulated learning among the same population, as well as measured the effect of self-regulated learning training for first-year high school students.

The results of these studies were combined with those of a previous research focused on the adults (Laurent, Fenouillet, Kaplan, Pinabiaux, & Montalembert, in preparation). They demonstrate a non-linear evolution of some parameters during development. Indeed, the abilities of inhibition and mental flexibility of students in CM1 and CM2 are related to their ability to regulate learning while we observe no significant relationship in the group of adolescents. Among the adults, we had previously found that executive difficulties were compensated by an increased use of self-regulation strategies (Laurent et al., in preparation). Contrary to our expectations, the adolescents did not benefit from the self-regulated learning training, both in the short and the long terms. The non-linear development of cerebral maturation as well as the evolution of the interest in school activities during development could be an explanation.

This research brings new insights into the links between self-regulated learning and executive functions, as well as into the metacognitive mechanisms underlying the learning process. Future research may focus on the study of groups known for their executive disturbances or weak metacognitive abilities.

Key words: self-regulated learning, executive functions, metacognition, monitoring, development.

Présentation du manuscrit

L'objectif de ce travail de thèse est d'investiguer les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé afin de mieux comprendre l'émergence de l'apprentissage autorégulé au cours du développement.

Cet objectif nous amène à réfléchir sur les apprentissages et sur ce que signifie apprendre. Dans une activité d'apprentissage, l'apprenant doit gérer différents processus cognitifs, motivationnels et émotionnels. Ainsi, et selon Pintrich et de Groot, (1990), apprendre nécessite à la fois de le pouvoir par le biais de processus cognitifs, mais aussi de le vouloir par le biais de processus motivationnels. Les processus cognitifs ne sont donc pas suffisants pour expliquer la réussite ou l'échec au sein d'une activité d'apprentissage.

L'apprentissage autorégulé apparaît donc comme une manifestation de l'interaction entre des processus cognitifs et des processus motivationnels. Un bon fonctionnement de ces deux types de processus ainsi qu'une bonne gestion de ces derniers favorisera la mise en place d'un apprentissage autorégulé et donc d'un apprentissage efficace. Dans le cas où un processus cognitif et/ou un processus motivationnel ne fonctionnerait pas correctement, nous pourrions observer des dysrégulations de l'apprentissage.

Le manuscrit débutera par **une introduction générale** sur les apprentissages ainsi que sur les enjeux actuels de la formation des enseignants et des apprenants à « apprendre à apprendre », ce point faisant actuellement partie des directives européennes et ministérielles dans le socle commun de l'Education Nationale. L'introduction apportera également des précisions sur la capacité à apprendre (pouvoir = processus cognitif) et l'énergie à apprendre (vouloir = processus motivationnel).

Cette introduction sera suivie d'une **partie théorique** composée de quatre chapitres. Le **premier chapitre** abordera la possibilité d'apprendre grâce aux processus cognitifs et notamment grâce au contrôle cognitif. Ce premier chapitre développera les concepts de métacognition et de fonctions exécutives souvent décrits comme indispensables aux apprentissages. Le **deuxième chapitre** portera sur les processus motivationnels impliqués dans les apprentissages en abordant des concepts clefs tels que la volition, le sentiment d'efficacité personnelle et les buts d'apprentissage. Le **troisième chapitre**, qui abordera l'apprentissage autorégulé, établira un premier lien entre les processus cognitifs et motivationnels. L'apprentissage autorégulé y sera défini et nous présenterons différents modèles développés chez l'adulte. Le développement de l'apprentissage autorégulé ainsi que

les différences observées entre apprenants en réussite et apprenants en échec seront abordés. Le **quatrième chapitre** mettra en avant les liens entre l'apprentissage autorégulé et les processus cognitifs impliqués, en particulier les fonctions exécutives et la métacognition. Nous présenterons les premières études publiées sur le sujet et développerons notre raisonnement qui aboutira à l'annonce de la problématique et des hypothèses.

Suite à cette première partie théorique, la **seconde partie** de ce manuscrit développera les trois études réalisées dans le cadre de ce travail de recherche. La **première étude** portera sur la régulation des apprentissages par les élèves de CM1 et CM2. La **seconde étude** investiguera les liens entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives de ces mêmes élèves. La **troisième étude** a pour objectif d'étudier ces liens auprès de lycéens scolarisés en seconde ainsi que de mesurer l'impact d'une formation à l'apprentissage autorégulé sur la régulation des apprentissages par les lycéens. Dans chacune de ces études, nous développerons la méthodologie utilisée, les résultats observés ainsi que nos propositions d'explications.

Enfin, l'ensemble de ce travail sera approfondi et discuté dans une **troisième partie**. Nous tenterons d'expliquer nos résultats par la trajectoire spécifique de la maturation cérébrale, la régulation émotionnelle et l'intérêt scolaire. Nous terminerons cette partie en suggérant des pistes d'investigation pour les futures recherches.

Sommaire

REMERCIEMENTS	3
RESUME DE LA THESE	5
ABSTRACT	7
PRESENTATION DU MANUSCRIT	9
SOMMAIRE	11
PARTIE 1 – CADRE THEORIQUE	15
INTRODUCTION	17
CHAPITRE 1 – POUVOIR APPRENDRE : L’UTILITE DU CONTROLE COGNITIF	21
1. <i>La métacognition</i>	22
1.1 Connaissances et procédures métacognitives	23
1.2 La métacognition, un développement tardif ?	26
1.3 Les procédures métacognitives à l’école.....	28
1.4 Substrats cérébraux sous-jacents à la métacognition	30
2. <i>Les fonctions exécutives</i>	30
2.1 Définition.....	31
2.2 Emergence du concept des fonctions exécutives.....	31
2.3 Organisation des fonctions exécutives.....	34
2.4 Précisions sur les trois principales fonctions exécutives	37
2.5 Substrats cérébraux des fonctions exécutives	40
2.6 Le développement des fonctions exécutives	42
2.7 Les fonctions exécutives au quotidien	46
CHAPITRE 2 – VOULOIR APPRENDRE : MOTIVATION, VOLITION ET CONCEPT DE SOI.....	49
1. <i>Définir la motivation</i>	49
1.1 Modèle intégratif de la motivation	50
1.2 Les motifs secondaires dans les apprentissages	51
1.3 Prédiction et sentiment d’efficacité personnelle (SEP)	57
2. <i>Le deuxième temps de l’action : la volition</i>	60
CHAPITRE 3 – A LA CROISEE DES CHEMINS : L’APPRENTISSAGE AUTOREGULE ET SON DEVELOPPEMENT	63
1. <i>L’apprentissage autorégulé et ses modèles</i>	64
1.1 Zimmerman et la perspective socio-cognitive.....	64
1.2 Boekaerts et le monde des émotions.....	67
1.3 Winne et Hadwin, une perspective métacognitive	69
1.4 Pintrich et l’apogée de la motivation	70
1.5 Efklides et la métacognition	71
1.6 Hadwin, Järvelä et Miller : l’apprentissage collaboratif	72
1.7 Synthèse sur les modèles	73
2. <i>L’apprentissage autorégulé de l’enfance à l’âge adulte</i>	74
2.1 Une évolution progressive	75

2.2	Un environnement propice	77
2.3	Hétérorégulation, une forme de régulation des apprentissages spécifiques aux novices	80
2.4	Les outils de mesure de l'apprentissage autorégulé	82
3.	<i>Réguler, oui mais comment ?</i>	85
3.1	Les stratégies d'apprentissage autorégulé.....	85
3.2	Entre automatisme et conscientisation	86
CHAPITRE 4 – APPRENTISSAGE AUTOREGULE ET FONCTIONS EXECUTIVES, QUELLES RELATIONS PARTAGENT-ILS ?		89
1.	<i>Le contrôle cognitif et la régulation des apprentissages : quelles connaissances avons-nous ?</i> 90	
1.1	Les recherches chez l'adulte	91
1.2	Les recherches chez l'enfant	92
2.	<i>Problématique et hypothèses</i>	93
PARTIE 2 – CONTRIBUTIONS EXPERIMENTALES		97
ETUDE 1 : L'APPRENTISSAGE AUTOREGULE CHEZ L'ELEVE DE CM1 ET CM2 : DEVELOPPEMENT D'UNE ECHELLE DE MESURE.....		99
1.	<i>Objectifs</i>	99
2.	<i>Pré-étude : Comment les enfants verbalisent-ils la régulation de leurs apprentissages ?...</i>	99
2.1	Méthode.....	99
2.2	Résultats qualitatifs : analyse des verbalisations	100
3.	<i>Construction d'une échelle auto-rapportée sur l'apprentissage autorégulé.</i>	102
3.1	Constructions et choix d'items.....	103
3.2	Structure factorielle de l'Inventaire d'Autorégulation des Apprentissages par l'Enfant.....	103
3.3	Confirmation de la structure de l'échelle.....	107
4.	<i>Synthèse des résultats</i>	110
4.1	Qualités psychométriques.....	110
4.2	Etude de l'échantillonnage.....	111
5.	<i>Discussion</i>	111
5.1	Les stratégies d'apprentissage utilisées par les enfants.....	112
5.2	Le modèle de Zimmerman, entre similitudes et différences.....	116
5.3	Conclusion et pistes de recherche	117
ETUDE 2 : APPORT DES FONCTIONS EXECUTIVES DANS LA MISE EN PLACE D'UN APPRENTISSAGE AUTOREGULE PAR LES ELEVES DE CM1 ET CM2.		119
1.	<i>Objectifs</i>	119
2.	<i>Méthode</i>	120
2.1	Population	120
2.2	Matériel.....	120
2.3	Procédure.....	125
2.4	Analyse des données.....	125
3.	<i>Résultats</i>	127
3.1	Analyses préliminaires	127

3.2	Relations entre fonctions exécutives, métacognition et apprentissage autorégulé	131
3.3	Régressions multiples.....	141
4.	<i>Discussion</i>	145
4.1	La flexibilité mentale ou l'art de s'adapter.....	145
4.2	Inhibition et flexibilité, un package contre l'impulsivité	146
4.3	Savoir se penser, savoir être aidé.....	147
4.4	Les limites de l'étude	148
ETUDE 3 – FONCTIONS EXECUTIVES ET APPRENTISSAGE AUTOREGULE DES LYCEENS : INTERVENTION CENTREE SUR LES		
	STRATEGIES D'APPRENTISSAGE AUTOREGULE	151
1.	<i>Objectifs</i>	151
2.	<i>Méthode</i>	151
2.1	Population.....	151
2.2	Matériel.....	152
2.3	Procédure.....	159
2.4	Plan d'analyse	160
3.	<i>Résultats</i>	161
3.1	Analyses préliminaires	161
3.2	Relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé (prétest)	162
3.3	Impact de la formation à l'apprentissage autorégulé	169
3.4	Rôle des fonctions exécutives dans l'influence de la formation sur l'apprentissage autorégulé .	171
3.5	Evolution des lycéens lors d'un deuxième post-test.	189
4.	<i>Discussion</i>	191
PARTIE 3 – DISCUSSION GENERALE		
199		
DISCUSSION		
201		
1.	<i>Evolution non linéaire des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé</i>	203
1.1	Influence de la maturation cérébrale.....	204
1.2	La régulation émotionnelle au cours des apprentissages	206
2.	<i>Réflexion sur la formation à l'apprentissage autorégulé</i>	207
2.1	L'influence du contexte et de la motivation envers les apprentissages.....	207
2.2	Facteurs d'efficacité d'une formation	208
3.	<i>Limites de notre recherche</i>	213
CONCLUSION		
215		
REFERENCES.....		
217		
TABLE DES TABLEAUX		
249		
TABLE DES FIGURES		
251		
ANNEXES		
255		

Partie 1 – Cadre théorique

Introduction

« Apprendre est toujours un voyage, comme l'avaient magnifiquement montré Philippe Meirieu et Michel Develay (1992). Pas un déplacement ni un simple trajet, mais un voyage avec ce qu'il suppose de solitude et d'imprévu. [...] Il ne suffit pas de faire le chemin à côté de celui qui apprend. Car vient toujours un moment où le guide vous laisse seul avec votre peur. Plus rien à ce moment n'existe autour de vous. Vous n'entendez ni les propos rassurants des camarades, ni les encouragements du guide, ni les menaces des responsables de l'expédition. Vous êtes seul avec un rocher, un chemin, un mot. La fatigue vous submerge. Ce détail insignifiant prend des proportions énormes. Vous ne voyez plus que lui. Vous ne bougez plus. Vous voudriez tourner les talons... Et puis tout à coup, vous trouvez le courage de vous lancer. Votre pensée se dénoue, abandonne les vieilles représentations sur lesquelles elle était fixée. Elle se détend et agrège quelques parcelles de nouveauté, surprise que la chose, à tout prendre, ne soit plus difficile... »

(J.-P., Astolfi, 2008, La saveur des savoirs)

Dans l'univers scolaire, le rapport au savoir des apprenants est souvent synonyme d'ennui. Or, l'un des objectifs des différents systèmes éducatifs européens est de promouvoir l'épanouissement personnel des individus tout en développant leurs compétences (Commission des communautés européennes, 2007 ; OCDE, 2013 ; Bacro, Guimard, Florin, Ferrière, & Gaudonville, 2017). L'apprenant ne doit donc pas être passif face aux savoirs mais devrait développer ou conserver une certaine autonomie vis-à-vis des apprentissages.

Mais que signifie apprendre ? Ce terme est synonyme d'appréhender pouvant être compris sous divers angles (Astolfi, 2008). D'une part, nous pouvons approcher un concept pour développer nos connaissances sur ce sujet. D'autre part, nous pouvons également appréhender, au sens de craindre, l'approche de ce concept qui nous paraît difficile d'accès. La connotation anxiogène des apprentissages est ainsi éprouvée. En effet, apprendre ne va pas de soi et tout le monde n'est pas prêt au même instant pour apprendre. L'acte d'apprendre nécessite d'accepter son coût par l'effort qu'il représente, les éventuels dangers pouvant être rencontrés et les remises en question inhérentes à ce processus. Il est fréquent que nous cherchions à limiter voire esquiver ce coût en nous tournant vers des personnes expertes qui pourront nous « donner » l'information sans que nous ayons à déployer le moindre effort. Cette attitude, tout à fait fréquente, devient limitée dans certaines situations où il devient inévitable de prendre le temps d'apprendre (de « perdre » du temps) afin de devenir plus performant ou plus savant. Ainsi, le problème n'est pas tant le savoir que l'accès au savoir, et « tout le monde aimerait savoir mais pas nécessairement apprendre » (Philippe Meirieu,

1989 ; cité par Perrenoud, 2003). Cette dernière phrase rassemble toute la notion d'effort et d'engagement imputable aux apprentissages.

Par ailleurs, certaines caractéristiques individuelles telles qu'un trouble des apprentissages ou un état émotionnel inadéquat peuvent gravement entraver les apprentissages d'un individu. De nombreuses recherches ont ainsi mis en avant les freins aux apprentissages engendrés par une dyslexie, un trouble attentionnel ou des difficultés familiales. A l'inverse, d'autres caractéristiques individuelles, telles qu'un intérêt accru pour une matière ou une capacité à remettre en question sa façon d'apprendre, favoriseraient l'accès aux apprentissages ainsi que leur efficacité.

Selon Brown (1978), l'apprenant doit pouvoir réguler ses capacités cognitives afin de modifier l'activité en cours et résoudre les problèmes rencontrés. Ainsi, pour Pintrich et de Groot (1990) apprendre ne nécessite pas uniquement de le pouvoir grâce à des processus cognitifs ni à le vouloir grâce à des processus motivationnels mais bien en un va-et-vient entre ces multiples processus. A cela, nous pourrions également ajouter les processus émotionnels permettant de réguler nos ressentis au cours de nos apprentissages. Pour apprendre, il y a donc besoin d'un équilibre entre des processus cognitifs et motivationnels, voire émotionnels. C'est dans cet équilibre que nous pouvons rencontrer le champ de recherche portant sur l'apprentissage autorégulé, défini comme l'ensemble des comportements et des pensées mis en place par un individu pour atteindre un objectif d'apprentissage (Zimmerman & Kitsantas, 2005). D'autre part, l'apprentissage autorégulé serait un élément de distinction entre les élèves en réussite et les élèves en difficulté. Les premiers sont caractérisés par une plus grande autonomie dans leurs apprentissages et un sentiment d'agentivité plus important.

Malheureusement, à l'heure actuelle, nous disposons de peu d'informations sur le développement de l'apprentissage autorégulé et encore moins sur les interactions qu'il possède avec les développements cognitifs et motivationnels des apprenants. Une part importante de ce développement serait imputée à des facteurs environnementaux mais nous supposons que certaines fonctions cognitives pourraient jouer un rôle dans l'émergence de cette régulation. L'objectif de ce travail de thèse est d'investiguer le rôle du contrôle cognitif dans le développement de l'apprentissage autorégulé. Nous évoquerons également certains aspects inévitables des processus motivationnels directement impliqués dans les apprentissages tels que le sentiment d'efficacité personnelle ou la volition. Afin de répondre à notre problématique et de contribuer à l'amélioration de nos connaissances dans ce domaine, nous présenterons trois études réalisées au cours de ce travail de recherche. La première étude vise à étudier la présence et les facettes de l'apprentissage autorégulé des élèves de CM1 et

CM2. La deuxième étude investigate les liens entre les capacités de contrôle cognitif (fonctions exécutives et métacognition) et l'apprentissage autorégulé d'élèves de CM1 et CM2. La troisième étude a pour objectif d'étudier les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé de lycéens scolarisés en seconde. L'expérimentation cherchera également à étudier l'impact d'une formation à l'apprentissage autorégulé sur leur façon d'apprendre, tout en prenant en compte leurs capacités exécutives. Enfin, suite à la présentation de ces études, nous discuterons les résultats obtenus et évoquerons les futures pistes de recherche.

Chapitre 1 – pouvoir apprendre : L'utilité du contrôle cognitif

« L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature ; mais c'est un roseau pensant. Il ne faut pas que l'univers entier s'arme pour l'écraser : une vapeur, une goutte d'eau, suffit pour le tuer. Mais, quand l'univers l'écraserait, l'homme serait encore plus noble que ce qui le tue, parce qu'il sait qu'il meurt, et l'avantage que l'univers a sur lui, l'univers n'en sait rien. Toute notre dignité consiste donc en la pensée. C'est de là qu'il faut nous relever et non de l'espace et de la durée, que nous ne saurions remplir. Travaillons donc à bien penser : voilà le principe de la morale. »
(Blaise Pascal (1623-1662), Pensées, Fragment 347)

L'environnement scolaire exige de l'apprenant qu'il soit capable de s'asseoir, d'écouter, d'interrompre ses bavardages ou remarques inadaptées, de remettre en question sa réflexion et d'améliorer ses performances. Cette exigence, présente dès le début de la scolarité, augmente au cours du développement de l'enfant et de son avancée dans le monde scolaire puis professionnel. Ainsi, l'élève doit rapidement être capable de réguler son comportement et ses pensées pour mener à bien ses apprentissages.

A la fin des années soixante, Mischel et son équipe ont développé une série d'expériences attestant que la capacité à réguler et contrôler son comportement était primordiale dans la plupart des sphères de notre vie personnelle (Mischel et al., 2011). Le contrôle de soi et de ses processus cognitifs semblent donc essentiels aux apprentissages. Deux capacités humaines sont particulièrement utilisées pour expliquer l'importance des activités de contrôle au sein des apprentissages : la métacognition et les fonctions exécutives.

Le préfixe « meta » signifiant « ce qui dépasse, englobe » est utilisé pour décrire un objet qui s'applique à un objet de même nature. Le terme suivant le préfixe indique cet objet. Ainsi, la métacognition englobe l'ensemble des savoirs et des activités qui prennent pour objet la cognition et contribuent à la régulation et au contrôle de son fonctionnement. Les fonctions exécutives représentent un ensemble de processus permettant de guider et de contrôler nos actions. Actuellement, et comme nous allons le voir dans ce chapitre, il est admis que la métacognition et les fonctions exécutives sont deux facteurs impliqués dans les comportements délibérés et dirigés vers un but (Blair & Diamond, 2008).

Ce premier chapitre a pour objectif d'établir les premiers fondements qui nous permettront de situer l'apprentissage autorégulé au cœur de l'individu en tant qu'agent de ses

apprentissages. Nous nous intéresserons particulièrement à l'importance du contrôle cognitif et métacognitif dans les apprentissages.

1. La métacognition

L'étude de la pensée est apparue bien avant que le terme métacognition n'apparaisse dans la littérature. Dès l'Antiquité, des penseurs ont interrogé la capacité de l'être humain à élaborer son raisonnement et à adapter ses comportements à partir de ses propres processus. Ainsi, le dicton bien connu du temple de Delphes « Connais-toi toi-même » exprimait déjà l'importance de se découvrir pour connaître son fonctionnement et ses propres limites.

Le terme « métacognition » est ensuite apparu vers la fin des années soixante dans le cadre de recherches sur les processus de mémorisation, en particulier la mémorisation intentionnelle de l'enfant. Depuis, la métacognition a connu un réel engouement et fut utilisée dans une multitude de contextes entraînant une variété de définitions en fonction des auteurs. Selon Flavell (1976, p. 232 ; cité par Romainville, 1993), l'un des pionniers de ce domaine, la métacognition « *fait référence à la connaissance qu'on a de ses propres processus cognitifs et de leurs produits ou de ce qui leur est relié, par exemple, les propriétés des informations ou des données pertinentes pour leur apprentissage. Par exemple, je m'engage dans la métacognition si je remarque que j'ai plus de difficultés à apprendre A que B ; si cela me frappe que je dois vérifier C avant de l'accepter comme un fait ; si il m'apparaît que je ferais mieux d'examiner à fond chaque distracteur dans un choix multiple avant de décider quel est le meilleur ; si je pense que je ferai mieux de noter D parce que je peux l'oublier...* La métacognition se rapporte, entre autres choses, au contrôle actif, à la régulation et à l'orchestration de ces processus en fonction des objets cognitifs et des données sur lesquelles ils portent, habituellement pour servir un objectif ou un but concret ».

Les processus métacognitifs sont des processus de second ordre permettant de se placer à distance de son fonctionnement cognitif et de porter un regard « méta » sur ce dernier (Romainville, 1993). La métacognition est donc caractérisée par une prise de recul par rapport à sa propre cognition. Cette mise à distance peut amener l'apprenant à remettre en cause l'efficacité de ses processus et/ou comportements, et ainsi représenter un danger pour son estime de lui-même. L'apprenant devra donc réguler l'activité en cours, mais également ses pensées et émotions pour mener à bien son apprentissage. La métacognition modifie donc le rapport au savoir en plaçant l'apprenant dans une posture constructive et non plus consommatrice des savoirs (e.g. attendre passivement que l'information soit comprise ; Doly, 1997).

Suite à sa définition, Flavell (1976, p. 232 ; cité par Romainville, 1993) décrit la métacognition de manière composite en distinguant principalement deux composantes. D'une part, la métacognition semble regrouper des connaissances introspectives conscientes que nous aurions envers nos propres états et processus cognitifs. D'autre part, la métacognition représenterait notre capacité à contrôler et planifier nos processus cognitifs afin d'atteindre un objectif particulier. Cette distinction très présente dans les définitions de la métacognition est toutefois difficile à mettre en évidence dans le cadre de recherches ou d'une situation réelle ; par exemple, il est parfois difficile de distinguer si une faible performance provient d'une défaillance des connaissances métacognitives ou d'un problème de régulation de l'activité cognitive.

1.1 Connaissances et procédures métacognitives

Dans sa conception de la métacognition, Flavell distingue les connaissances métacognitives des activités de contrôle. Sa théorie développe essentiellement ces connaissances métacognitives alors que l'investigation des activités de régulation et de contrôle sont arrivées un peu plus tard.

1.1.1 Les connaissances métacognitives

Pour Flavell, les connaissances métacognitives représentent l'ensemble de nos connaissances acquises sur le fonctionnement cognitif. Il distingue trois catégories principales de connaissances métacognitives en fonction de leur objet : les connaissances portant sur les personnes, sur les tâches et sur les stratégies.

Les connaissances portant sur les **personnes** englobent l'ensemble des connaissances et des croyances que l'on possède sur soi, sur les autres et sur l'être humain en général. Les connaissances intra-individuelles sont toutes les connaissances que nous possédons sur notre propre fonctionnement, sur nos capacités et sur nos stratégies face à une tâche (e.g. je sais que j'ai du mal à apprendre par cœur). Les connaissances interindividuelles représentent notre capacité à nous situer par rapport aux autres (e.g. je sais que je mémorise plus vite que mon ami). Les connaissances universelles sont l'ensemble de nos connaissances empiriques sur le fonctionnement humain (e.g. il est possible de retenir une petite quantité d'informations pendant quelques secondes). Ces connaissances permettent de se construire une représentation de soi en tant qu'apprenant (Doly, 1997). En se connaissant l'apprenant est également plus à même de réaliser des choix dans ses apprentissages. Ainsi ces connaissances vont également influencer sa motivation à apprendre. Les connaissances portant sur la **tâche** à accomplir sont

les connaissances que l'on possède sur la nature du matériel à traiter. Par exemple, nous n'avons pas besoin du même niveau de concentration pour lire un article de vulgarisation que pour lire un article scientifique. Ces connaissances nous permettent de sélectionner et choisir certaines stratégies d'apprentissage plutôt que d'autres pour réaliser une tâche spécifique. Les connaissances portant sur les **stratégies** sont les connaissances concernant les comportements à mettre en œuvre pour atteindre un objectif visé (e.g. pour apprendre par cœur, je dois lire et réciter plusieurs fois la même information). Une quatrième catégorie fait référence aux connaissances que nous possédons sur l'interaction entre toutes ces connaissances et sur la façon dont elles peuvent impacter notre performance.

Les connaissances métacognitives résultent directement de la mise à distance de l'apprenant par rapport à son activité cognitive. Elles sont le produit de processus mentaux (analyse, explicitation) qui agissent sur notre propre fonctionnement cognitif. A ce titre, elles consistent davantage en une attitude vis-à-vis de soi et de son apprentissage qu'en un comportement (Romainville, 1993). Le comportement doit ici être compris comme une action sur l'environnement alors que l'attitude représente davantage la perception que l'apprenant a de lui et de ses apprentissages.

Nous verrons dans le troisième chapitre que ces connaissances sont reprises dans les modèles de l'apprentissage autorégulé bien qu'elles ne soient pas nommées en tant que connaissances métacognitives.

1.1.2 Les expériences métacognitives

Flavell a également introduit une distinction entre les connaissances métacognitives que nous venons d'évoquer et les expériences métacognitives. Contrairement aux connaissances métacognitives qui sont stockées en mémoire à long terme et activées quand cela est nécessaire, les expériences métacognitives sont une réaction consciente pendant l'activité cognitive et avant que nous soyons en mesure d'explicitier ces réactions. Il s'agit par exemple d'un sentiment de ne pas savoir ou de ne pas bien comprendre une information. Ainsi, un apprenant exprimant son incompréhension lors d'un cours peut ne pas être en mesure d'expliquer clairement ce qu'il n'a pas compris. Néanmoins, il vit sur le moment une expérience métacognitive qui devrait être accompagnée par l'enseignant pour l'aider à préciser ce qui fait obstacle à sa compréhension.

1.1.3 Les procédures métacognitives

Alors que les connaissances métacognitives sont conscientes et proviennent d'un acte intellectuel de réflexion et d'analyse de sa cognition, les activités de régulation et de contrôle ne sont pas toujours conscientes et se manifestent davantage dans les comportements que dans les attitudes.

Selon Brown (1983 ; cité par Romainville, 1993), ces processus impliquent des activités de planification en amont de l'apprentissage, de contrôle pendant l'apprentissage et de vérification des résultats après l'apprentissage. Cette conception est assez proche de celles évoquées dans les modèles cognitifs du traitement de l'information comme nous le verrons plus tard avec le système attentionnel superviseur de Norman et Shallice, (1986). Nelson et Narens, (1990) se sont principalement intéressés à étudier et modéliser ce second versant de la métacognition, les procédures métacognitives.

Ces procédures métacognitives sont divisées en deux types d'activités, le monitoring et le contrôle. Le **monitoring** représente la capacité à suivre le déroulé de ses processus cognitifs en temps réel, à évaluer la difficulté de la tâche et l'efficacité des stratégies utilisées, ainsi qu'à émettre un jugement sur sa capacité à apprendre. Le monitoring est donc une évaluation subjective des processus cognitifs en cours. Cette activité se manifeste par des pensées ou des verbalisations comme « Quel effort dois-je fournir pour apprendre cette information ? » ou « Ai-je suffisamment appris cette information pour m'en souvenir plus tard ? ». Le monitoring est activé de manière bottom-up par l'objet de la réflexion (i.e. la tâche, la stratégie ou la réponse en cours) dans le but d'alerter le système nerveux qu'une action devra être réalisée pour rectifier ou non l'apprentissage. A l'inverse, les **activités de contrôle** représentent la régulation de l'activité en cours. Elles sont activées de manière top-down lorsque l'activité de monitoring nous alerte de l'intérêt d'adapter notre activité. Ainsi, elles permettent d'optimiser la performance en adaptant nos stratégies, en modifiant une réponse erronée ou en allouant plus ou moins de temps d'apprentissage en fonction des spécificités de la tâche (Nelson & Narens, 1990).

Cette distinction théorique entre monitoring et contrôle dans les procédures métacognitives est retrouvée dans la façon d'évaluer ces processus. Ainsi le monitoring peut être évalué en demandant aux participants d'une recherche de juger leur capacité à apprendre (*judgement of learning*, [JoL]) mais également d'évaluer leur niveau de confiance dans les réponses fournies (*Confidence Judgement*, [CJ]). Le jugement d'apprentissage est estimé à la suite de la présentation du matériel à apprendre alors que l'évaluation de son niveau de

confiance est estimée après la production de l'apprentissage. Bien qu'ils évaluent les capacités de monitoring, ces deux types de jugement ne sont pas nécessairement corrélés. Ainsi, dans une étude chez l'enfant de Destan, Hembacher, Ghetti, et Roebbers (2014) le jugement d'apprentissage n'est pas corrélé à l'estimation du niveau de confiance envers l'apprentissage. Chez l'adulte, les résultats de l'étude de Boduroglu, Tekcan, et Kapucu (2014) montrent également peu de correspondance entre ces différentes mesures. Les capacités de contrôle sont davantage mesurées par l'observation des réponses comportementales du participant telles que prendre un temps de pause, relever son stylo, revenir en arrière ou supprimer une réponse incertaine. Les mesures présentées ci-dessus sont des mesures réalisées au moment de l'activité d'apprentissage. Il est également possible d'évaluer les capacités métacognitives à travers des échelles auto-rapportées. Ainsi, Gascoine et ses collaborateurs recensent 80 questionnaires évaluant les différents aspects des capacités métacognitives des enfants de 4 à 16 ans (Gascoine, Higgins, & Wall, 2017). Chez l'adulte, à l'instar du *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ ; Pintrich & de Groot, 1990), de nombreuses échelles destinées à mesurer l'apprentissage autorégulé, proposent une dimension évaluant les processus métacognitifs.

Malgré cette distinction entre les connaissances et les procédures métacognitives, il existe un flux constant d'informations circulant entre ces différentes composantes. Les expériences métacognitives vécues durant l'activité d'apprentissage, ainsi que les procédures métacognitives mises en œuvre, complètent et modifient les connaissances métacognitives de l'apprenant (Efklides, 2011).

1.2 La métacognition, un développement tardif ?

Selon Brown (1983 ; cité par Romainville, 1993), le développement des capacités métacognitives nécessite des capacités de représentations mentales élaborées ne pouvant se développer que tardivement. Néanmoins, et bien que le développement de la métacognition soit encore peu exploré (Roebbers, 2017), les résultats de récentes études tendent à démontrer un développement des capacités métacognitives au cours des trois premières années de vie. Ces recherches ont principalement investigué le développement des capacités de monitoring et de contrôle. Elles mettent en avant la possibilité d'un développement précoce des capacités de monitoring et d'un développement plus tardif des capacités de contrôle. Ainsi, entre deux et trois ans les enfants sont capables d'émettre, sur une échelle dichotomique (« pas sûr » - « très sûr »), un faible jugement de confiance à la suite de la production d'une réponse incorrecte (Lyons & Ghetti, 2013). Dans les deux années suivantes, entre 3 et 4 ans, les

enfants affinent leurs capacités de monitoring en exprimant davantage d'expressions manifestant leur incertitude pour transmettre une information manquante au sein d'une consigne (haussement d'épaules, inclinaison de la tête, détournement du regard). La fréquence de ces indicateurs non-verbaux est plus importante chez les enfants de 4 ans que chez les enfants de 3 ans et augmente lorsque l'enfant est confronté à une difficulté. Néanmoins, les enfants de 4 ans ne mobilisent pas davantage d'activités de contrôle par rapport aux enfants de 3 ans (Kim, Paulus, Sodian, & Proust, 2016). Les enfants d'âge préscolaires pourraient émettre un jugement sur les apprentissages mais ne pas nécessairement agir suite à ce jugement. Selon Lipowski, Merriman, et Dunlosky (2013), en cas d'erreur, les enfants entre 2 et 5 ans auraient tendance à surévaluer leur production ce qui ne leur permettrait pas de rectifier leur réponse. Néanmoins, cette difficulté ne serait peut-être pas uniquement due à un mauvais jugement mais à une difficulté à interrompre la réponse erronée ou à modifier sa réponse en raison d'un développement immature des fonctions exécutives (capacités d'inhibition ou de flexibilité mentale). Ainsi, dans l'épreuve classique de l'erreur A non B, les développementalistes ont longtemps considéré que la permanence de l'objet était à l'origine de l'erreur produite par les bébés. Or, il s'agirait principalement d'une incapacité pour le bébé à inhiber la réponse apprise (Houdé, 2014).

Cette difficulté à transférer l'activité de monitoring dans la mise en œuvre d'un contrôle approprié de son comportement d'apprentissage semble se poursuivre dans les années suivantes. Ainsi, les enfants de 8 ans confrontés à un texte, à une émission TV ou à un test de vocabulaire, sont capables d'émettre un jugement approprié sur leur production mais ne modifient pas leur temps d'apprentissage, leur réponse ou leur rythme de lecture en fonction de ce jugement (de Bruin, Thiede, Camp, & Redford, 2011; Krebs & Roebbers, 2010; Lockl & Schneider, 2002). Néanmoins, il est important de noter que certaines études démontrent une évolution développementale assez limitée au cours des années d'école élémentaire (Lockl & Schneider, 2002).

En conclusion, les procédures métacognitives (monitoring et contrôle) semblent être indépendantes dans la petite enfance et au cours de l'école élémentaire. Au cours de l'adolescence, ces procédures s'améliorent avec une cohérence entre les activités de monitoring et de contrôle (Weil et al., 2013).

1.3 Les procédures métacognitives à l'école

Selon Bouffard-Bouchard et Gagné-Dupuis (1994), les apprenants en difficultés posséderaient certaines connaissances et procédures métacognitives mais ils ne sauraient pas les utiliser à bon escient et les transférer quand cela est nécessaire. Dans une méta-analyse sur la méta-mémoire, Schneider (1985 ; cité par Romainville, 1993) met en évidence que les liens entre la métacognition et les performances mnésiques dépendent de la nature des processus métacognitifs étudiés. Ainsi, des corrélations faibles sont trouvées quand les variables étudiées portent sur les connaissances générales de la cognition alors que des corrélations fortes et positives sont trouvées quand la mesure concerne la capacité de l'apprenant à évaluer les processus cognitifs en cours et à interpréter les états actuels de sa propre mémoire. Néanmoins, si les mesures portent sur les connaissances métacognitives, les connaissances sur les personnes sont davantage liées aux performances que les autres connaissances métacognitives. La méta-analyse de Wang, Haertel et Walberg (1990) confirme les résultats observés dans celle de Schneider. La capacité des élèves à analyser et à réguler leur propre cognition serait le facteur le plus favorable aux apprentissages. Les études plus récentes confirment ces premiers résultats et apportent de précieuses informations sur l'importance des procédures métacognitives dans les performances scolaires. Ainsi, au cours d'une tâche d'apprentissage de kanji (i.e. idéogrammes japonais), les apprenants évaluant avec précision leur apprentissage obtiennent une meilleure performance que les apprenants surestimant leur production (Destan & Roebbers, 2015).

Par ailleurs, les procédures métacognitives impactent positivement l'apprentissage de la lecture (de Bruin et al., 2011), de l'écriture (Hacker, Keener, & Kircher, 2009 cité par Roebbers, 2017), des mathématiques (Dunlosky & Metcalfe, 2009 ; cité par Roebbers, 2017), des connaissances scientifiques (Roderer & Roebbers, 2014) et de culture générale (Roebbers, Krebs, & Roderer, 2014). Les procédures métacognitives prédiraient également la marge de progression des apprenants dans une matière donnée. Ainsi, Rinne et Mazzocco (2014) démontrent, au travers d'analyses de régression, qu'une bonne précision de monitoring chez des apprenants de 10 à 13 ans contribuent à l'amélioration des performances en arithmétique ($\beta = 0,27$). Néanmoins, la relation entre la métacognition et les performances scolaires pourrait être bidirectionnelle. Une récente étude de Roebbers et Spiess (2017) a montré que les capacités d'orthographe en début d'élémentaire prédisent les capacités ultérieures de monitoring (déterminer si un mot est correctement orthographié ou non, $\beta = 0,33$) et de contrôle (corriger les erreurs, $\beta = 0,40$).

En conclusion, bien que les connaissances métacognitives impacteraient légèrement les performances scolaires, les procédures métacognitives les affecteraient davantage.

1.3.1 Accompagner le développement de la métacognition

Le développement des procédures métacognitives n'est pas indépendant des interactions que l'enfant vit avec ses parents, ses enseignants et le milieu scolaire dans lequel il évolue. La contribution implicite ou explicite des parents dans le développement de la métacognition fournit à l'enfant des feedbacks et un modèle d'attitude à adopter lors de ses expériences métacognitives (Roebbers, 2017). En verbalisant la planification des événements ou le contrôle de l'activité, les parents favorisent l'utilisation de verbes d'opinion par l'enfant (e.g. se souvenir, penser, oublier, croire, se demander, savoir). L'utilisation de ces verbes enrichit le développement des expériences et connaissances métacognitives (Lockl & Schneider, 2006). Ainsi, les interactions entre les parents et l'enfant sont primordiales dans le développement des connaissances et procédures métacognitives.

De même, le milieu scolaire et les interactions enseignants-apprenants facilitent le développement des capacités métacognitives. Une étude de Grammer, Coffman, & Ornstein, (2013) met en évidence que les enseignants suggérant des stratégies ou posant des questions métacognitives permettent l'amélioration des capacités métacognitives des élèves sur une période de deux ans. Une différence entre des enfants allant à l'école et des enfants ne pouvant se rendre à l'école est observée à la fois au niveau métacognitif (Rogoff, 1994) mais aussi au niveau des fonctions exécutives (Burrage et al., 2008).

1.3.2 Métacognition et motivation

Les interactions entre l'enfant et son milieu scolaire l'accompagnent dans l'évolution de sa représentation en tant qu'apprenant. Or, une part importante des recherches sur la motivation se consacre également à étudier l'image de soi des apprenants et son impact sur l'engagement dans les apprentissages. Certaines connaissances métacognitives pourraient intervenir dans la construction de cette image, en particulier sur la perception de ses propres capacités (Romainville, 1993). De même, certaines facettes de la motivation pourraient freiner le développement de connaissances métacognitives. Par exemple, un apprenant qui attribuerait le résultat de son apprentissage à une cause externe (e.g. l'enseignant ou la difficulté de l'examen) n'éprouverait pas le besoin de s'interroger sur la façon dont il a mené son apprentissage et ne pourra donc pas remettre en cause certains aspects de son fonctionnement. La réflexion métacognitive ne pouvant avoir lieu, l'apprenant n'améliore pas

ses connaissances métacognitives. Nous approfondirons dans le deuxième chapitre, les liens entre métacognition et motivation, en particulier dans le cadre du sentiment d'efficacité personnelle.

1.4 Substrats cérébraux sous-jacents à la métacognition

Nous venons d'expliciter l'importance des procédures métacognitives dans les apprentissages. Or, superviser et contrôler une activité nécessite d'être dans un état permanent de précorrection de son activité par rapport au but en guidant son apprentissage, en évaluant ses actions et en repérant ses erreurs. Les capacités de monitoring permettent de détecter une erreur puis de rectifier sa réponse grâce aux processus de contrôle. Le cortex cingulaire antérieur semble jouer un rôle primordial dans la détection de ces erreurs en informant l'individu qu'une adaptation du comportement est nécessaire (Ridderinkhof, van den Wildenberg, Segalowitz, & Carter, 2004). Le cortex préfrontal antérieur et dorsolatéral semble également impliqué dans le sentiment de confiance (*confidence judgement*) (Fleming & Dolan, 2012). Une récente revue de littérature de Metcalfe et Schwartz (2016 ; cité par Roebers, 2017) confirment ces résultats en montrant que des informations d'ordre métacognitif activent un réseau de circuits neuronaux convergeant vers le cortex cingulaire antérieur et le cortex préfrontal. Le cortex préfrontal ventromédian semble particulièrement activé lors de jugements prospectifs tels que la difficulté de la tâche (*ease-of-learning*) ou le sentiment de savoir (*feeling-of-knowing*).

Ces zones cérébrales impliquées dans le contrôle de l'activité sont similaires voire identiques à certaines zones activées lors de tâches mesurant les fonctions exécutives (Collette, 2004). Comme nous allons maintenant le voir, les fonctions exécutives ont également un rôle de régulation de nos comportements.

2. Les fonctions exécutives

Nous venons de constater l'importance du contrôle cognitif dans les processus réflexifs et adaptatifs des apprenants. Ce contrôle cognitif nécessite d'empêcher la poursuite d'une action non adaptée à la situation en cours, de modifier son comportement et de garder en mémoire les différents éléments pertinents à la réalisation de la tâche pour coordonner le tout. Ainsi, le contrôle cognitif ne pourrait aboutir de manière efficace sans l'intervention des fonctions exécutives que nous aborderons dans cette partie.

2.1 Définition

Le terme de fonctions exécutives a remplacé celui de fonctions frontales en référence à certaines études de neuropsychologie ayant montré que des lésions cérébrales non frontales pouvaient provoquer des symptômes dits « frontaux » et qu'inversement, des lésions frontales n'entraînaient pas nécessairement ces symptômes (Andres & Van Der Linden, 2004; Collette, 2004; Zeziger, 2009).

Depuis, le terme de fonctions exécutives est souvent utilisé de manière non univoque en fonction des auteurs. Ces fonctions regroupent généralement une large variété de processus cognitifs tels que la planification, la résolution de problème, le contrôle attentionnel et l'inhibition, la flexibilité, le développement de stratégies ou la mémoire de travail. Voici un aperçu des définitions pouvant être rencontrées :

- « En neuropsychologie humaine, la notion de fonctions exécutives fait référence à des fonctions de direction permettant [...] la définition d'un but ou des objectifs à atteindre, d'une stratégie pour y parvenir, le contrôle de sa mise en œuvre et des résultats. Elles correspondent donc à des fonctions de haut niveau [...], impliquées dans de nombreuses formes d'activité cognitive. » (Allain & Legall, 2008)¹
- « Les fonctions exécutives ont un rôle de contrôle cognitif et comportemental. Elles interviennent principalement dans les situations non routinières [...] nécessitant la coordination des actions et de pensées finalisées, dirigées vers un but. » (Brissart, Morèle, Daniel, & Leroy, 2010)²

Malgré ces différences, les auteurs actuels s'accordent pour définir les fonctions exécutives comme un ensemble de processus cognitifs permettant à l'individu de se fixer des buts, de trouver et de mettre en place des stratégies pour atteindre ces buts ainsi que de contrôler la tâche. Leur fonction principale est d'aider l'individu à s'adapter aux différentes situations rencontrées dans son environnement, notamment dans des situations nouvelles ou inhabituelles.

2.2 Emergence du concept des fonctions exécutives

A l'origine, les fonctions exécutives ont été décrites au sein de certains modèles cognitifs de l'attention et de la mémoire de travail. Les plus connus de ces modèles sont le

¹ p9, dans *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques* (Grefex, 2008).

² Citation issue de *Prise en charge cognitive des fonctions exécutives*. Ed. Solal. (p9-10)

modèle de la mémoire de travail de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974 ; cité par Baddeley, 2000) et le modèle de l'attention de Norman et Shallice (1986). Dans ces deux modèles, les fonctions exécutives ne sont pas nommées en tant que telles mais représentées sous la forme d'un centre de contrôle, souvent imagé comme un chef d'orchestre dont le rôle est de coordonner différents processus pour s'adapter à la situation en cours.

La mémoire de travail est un processus mnésique permettant de maintenir et traiter des informations sur le court terme. Le modèle initial de Baddeley (Baddeley & Hitch, 1974 ; cité par Baddeley, 2000) divise cette mémoire en trois composantes ayant chacune un rôle bien définie. La première composante, appelée administrateur central, sélectionne les informations à traiter, rompt les automatismes et coordonne l'ensemble des traitements effectués par deux systèmes esclaves : la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. La boucle phonologique est responsable du traitement et de la répétition des informations de nature auditivo-verbale. Le calepin visuo-spatial permet le traitement des informations visuelles et spatiales. Dans son livre de 1996, Allan Baddeley précise que l'administrateur central est semblable au système attentionnel superviseur [SAS] présenté dans le modèle de Norman et Shallice.

Le modèle de Norman et Shallice (1986) rend compte du contrôle de l'action ou de l'activité en cours par le biais de trois niveaux de contrôle attentionnel (Figure 1) :

- un répertoire de schémas qui permet la mise en place de conduites automatiques dans de nombreuses tâches de la vie quotidienne.
- un gestionnaire de conflit qui permet de réguler l'activité des schémas lorsqu'ils entrent en compétition lors de l'activité. Ce processus semi-automatique implique des mécanismes d'inhibition, d'activation et de sélection afin qu'une solution au problème puisse être mise en place.
- Un système attentionnel superviseur [SAS] qui intervient en dernier lieu lorsque les deux premiers niveaux de contrôle n'ont pas permis la réussite de l'activité. Ce processus volontaire supervise l'activité du sujet. Il permet de définir et de hiérarchiser les étapes pour atteindre l'objectif fixé. Il intervient principalement dans les situations nouvelles où aucun schéma d'action n'est connu mais également dans les situations nécessitant de la part de l'individu de planifier, de prendre des décisions, de corriger ses erreurs ou d'inhiber des informations. Le SAS permet aussi de contrôler l'efficacité des stratégies employées par l'individu et d'effectuer les éventuels changements. Le SAS a

également pour rôle de maintenir les buts de l'action, de contrôler l'efficacité d'une stratégie et de modifier cette stratégie si elle s'avère inadaptée.

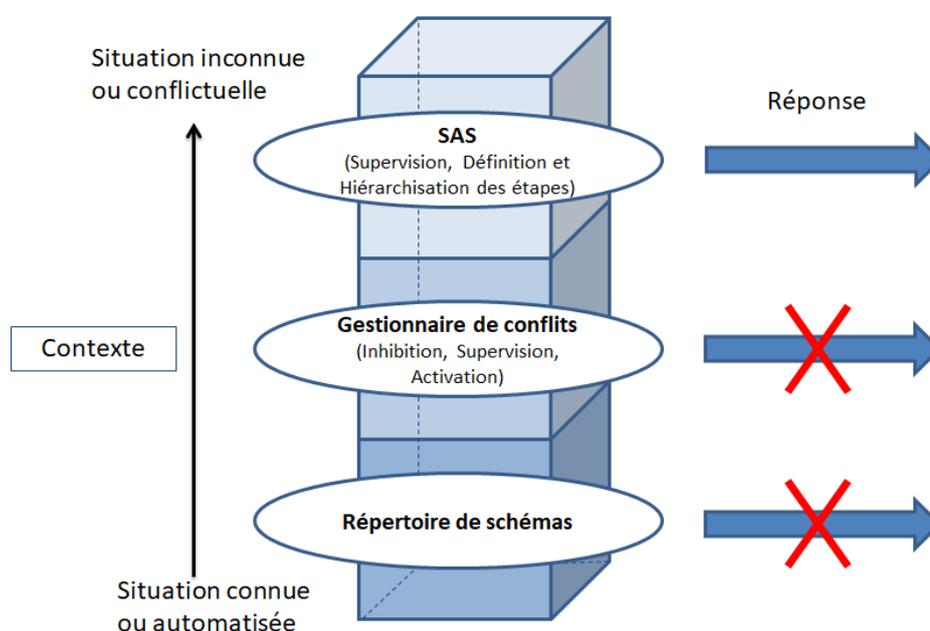


Figure 1. Modèle de Norman et Shallice, 1986

Ces deux modèles présentent ainsi un processus de régulation de nos comportements et actions dans diverses situations, et notamment lorsque nous sommes confrontés à un nouvel environnement. D'autres auteurs ont également conceptualisé les fonctions exécutives en s'attachant à décrire différentes étapes de l'action.

Lezak (1995 ; cité par Andersson, 2008) conceptualise les fonctions exécutives comme l'enchaînement de quatre étapes : *volition*, *planning*, *purposive action* et *effective performance*. La volition est ici définie par l'auteur comme la décision consciente d'accomplir certaines actions ou une intention d'adopter un comportement orienté vers un objectif. Une déficience de la volition entraînerait une incapacité à initier l'activité et à penser aux différents éléments à accomplir. Nous verrons dans le troisième chapitre de cette revue de la littérature que la définition de la volition est légèrement différente dans le champ théorique de la motivation et dans celui de l'apprentissage autorégulé. La troisième étape, *purposive action*, représente la réalisation de l'activité. En cas de difficulté, la personne se trouvera dans l'incapacité de modifier le plan initialement prévu et son comportement alors que cela serait nécessaire pour atteindre l'objectif. Cette étape peut ainsi être mise en lien avec la flexibilité

mentale et les capacités d'adaptation qui en découlent. L'étape *effective performance* permet de contrôler, de s'autocorriger et de réguler le comportement.

De la même manière, Zelazo, Carter, Reznick et Frye (1997) définissent quatre phases distinctes dans le fonctionnement exécutif : représentation du problème, planification, exécution et évaluation. Selon eux, il est trop restrictif de ne s'intéresser qu'aux processus spécifiques (e.g. inhibition) qui ne permettent pas de prendre suffisamment en compte les stratégies et les processus métacognitifs impliqués.

Anderson (2002) propose une conception des fonctions exécutives sous la forme d'un système de contrôle exécutif (*executive control system*). Ce système serait composé de quatre domaines permettant le contrôle et la régulation de nos activités. Ces quatre domaines seraient indépendants mais fonctionneraient ensemble. Le contrôle attentionnel (*attentional control*) permet la focalisation de l'attention sur un objet, le maintien de cette focalisation, la sélection des données pertinentes ainsi que la régulation des impulsions. La flexibilité cognitive (*cognitive flexibility*) est le domaine permettant de diviser notre attention, de faire preuve de flexibilité mentale et de maintenir les informations en mémoire de travail. La fixation des objectifs (*goal setting*) est responsable de la capacité à initier une activité et à suivre un plan. Les capacités de planification sont incluses dans ce domaine. Le quatrième et dernier domaine est le traitement des informations (*information processing*) qui intègre la vitesse de traitement, la fluence et l'efficacité.

Nous verrons dans le dernier chapitre théorique que ces conceptions du fonctionnement exécutif sont très proches de certains modèles de l'apprentissage autorégulé (e.g. Pintrich ; Zimmerman).

2.3 Organisation des fonctions exécutives

Comme nous venons de le voir, l'administrateur central (ou centre exécutif) et le système attentionnel superviseur étaient perçus à l'origine comme des systèmes unitaires sans distinction de sous-composants. Or, des observations cliniques ont mis en évidence des dissociations dans les performances exécutives de patients. Par exemple, dans des tâches évaluant les fonctions exécutives de manière globale, telle que la Tour de Hanoi [ToH] et le Wisconsin Card Sorting Test [WCST], certains patients pouvaient réussir l'une de ces tâches mais échouer à l'autre, tandis que d'autres patients présentaient le pattern inverse (Godefroy, Cabaret, Petit-Chenal, Pruvo, & Rousseaux, 1999). Ainsi, l'unité des fonctions exécutives fut progressivement remise en question et plusieurs études utilisant des analyses factorielles exploratoires virent le jour.

L'un des principaux modèles reconnu chez l'adulte a été développé par Miyake et son équipe (Miyake et al., 2000). Ces auteurs ont mis en évidence la différenciation de trois processus largement considérés comme constituant les fonctions exécutives : la flexibilité mentale (*shifting*), la mise à jour de la mémoire de travail (*updating*) et l'inhibition d'une réponse automatique (*inhibition of prepotent response*). Ces processus ont été choisis en raison de leur définition bien délimitée et du fait qu'ils semblent être des processus d'assez bas niveau contrairement à d'autres tels que la planification ou la résolution de problème souvent mis en lien avec les fonctions exécutives. Par ailleurs, ces processus peuvent être évalués par des tests spécifiques ainsi qu'à l'aide de tâches exécutives plus complexes mettant en jeux ces trois processus.

Dans l'étude de Miyake et al. (2000), les auteurs ont confronté 137 étudiants à différentes tâches exécutives régulièrement utilisées pour évaluer chacun de ces processus. Ainsi, la flexibilité mentale des étudiants a été mesurée par le plus-minus Task (Jersild, 1927 ; cité par Miyake et al., 2000), le number-letter task (Rogers & Monsell, 1995) and the local-global task. L'ensemble de ces tâches requiert de la part du participant de passer d'une règle à une autre en un temps relativement court. Par exemple, dans le plus-minus task, les participants réalisent une série d'additions puis une série de soustractions et enfin, alternent entre les additions et les soustractions. La mise à jour de la mémoire de travail a été mesurée par le keep track task (Yntema, 1963 ; cité par Miyake et al., 2000), the letter memory task (Morris & Jones, 1990 ; cité par Miyake et al., 2000) et le tone monitoring task. La fonction de mise à jour au sein de la mémoire de travail permet à l'individu d'encoder et de traiter une nouvelle information pertinente pour l'activité en cours, en l'intégrant aux informations déjà présentes et en cours d'utilisation (Morris & Jones, 1990 ; cité par Miyake et al., 2000). Ainsi, dans the letter memory task, les participants écoutent une série de lettres et doivent fournir les trois dernières lettres. L'inhibition d'une réponse prépotente est définie comme la capacité à interrompre volontairement une réponse automatique ou dominante quand la situation nécessite cette interruption. Les tâches utilisées étaient le stroop task (Stroop, 1935 ; cité par Miyake et al., 2000), the antisaccade task (e.g., Everling & Fischer, 1998 ; cité par Miyake et al., 2000) et the stop-signal task (Logan, 1994 ; cité par Miyake et al., 2000). Dans la condition interférente de la tâche de Stroop qui mesure l'inhibition, les participants doivent dénommer la couleur de l'encre dans laquelle des noms de couleurs sont écrits, ce qui nécessite d'inhiber l'automatisme de lecture (e.g. dire « bleu » lorsque le mot rouge est écrit en bleu).

Comme énoncé plus haut, l'objectif initial de ces auteurs était d'investiguer l'organisation de ces trois fonctions exécutives. Ils ont ainsi procédé à des analyses factorielles confirmatoires pour spécifier le degré de liaison entre la flexibilité mentale, la mise à jour de la mémoire de travail et l'inhibition d'une réponse prépotente. L'analyse factorielle confirmatoire permet de définir un modèle a priori puis de tester l'adéquation des données à ce modèle (Kline, 2011). Les auteurs ont ainsi proposé plusieurs modèles théoriques composés de un à trois facteurs et autorisant ou non des liens entre ces facteurs. Il apparaît qu'un modèle à trois facteurs intercorrélés est le plus adéquat pour représenter les données de leurs participants (Figure 2).

Ce modèle témoigne d'une certaine indépendance des trois facteurs. Néanmoins, les résultats démontrent des corrélations allant de .42 à .63 entre les facteurs. Ainsi, les résultats de cette étude démontrent une dissociation des trois processus exécutifs suggérés tout en admettant l'existence d'un processus sous-jacent à ces trois fonctions exécutives. A partir de ces résultats, nous pouvons considérer que les fonctions exécutives doivent être pensées à la fois de manière unitaire et fractionnée.

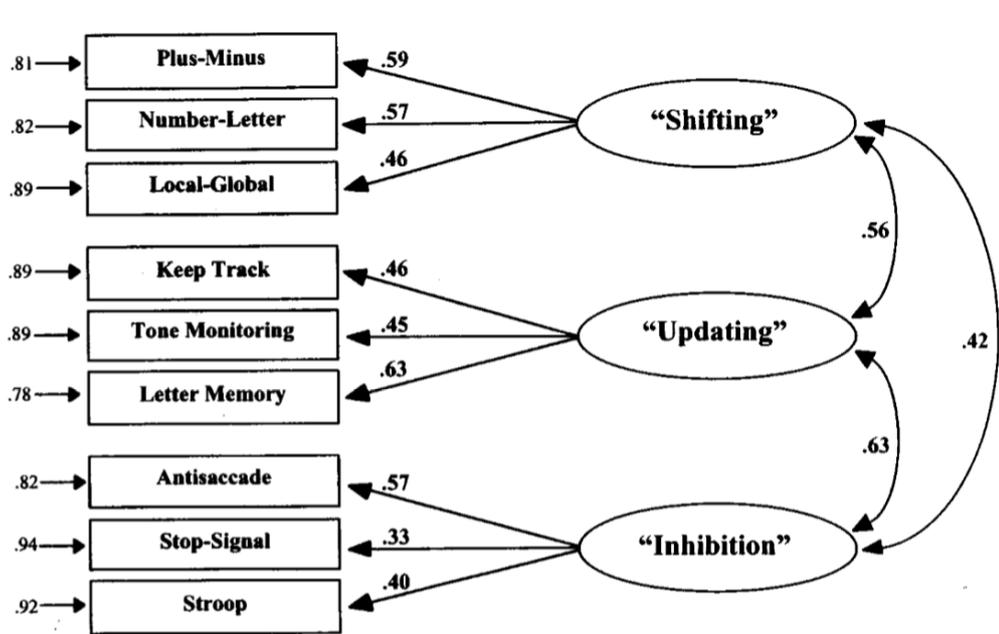


Figure 2. Modèle en trois facteurs des fonctions exécutives (Miyake et al., 2000)

2.4 Précisions sur les trois principales fonctions exécutives

2.4.1 Inhibition

L'inhibition fait communément référence à l'habileté à supprimer une réponse dominante ou automatique. Elle permet également le contrôle émotionnel et moteur, l'oubli dirigé et la résistance à l'interférence (Best, Miller, & Jones, 2009; Nigg, 2000). Dans la littérature, nous trouvons un consensus selon lequel l'inhibition pourrait être un ensemble de processus de contrôle attentionnel intervenant pour supprimer l'activation d'actions, d'informations ou de pensées non pertinentes ainsi que pour réduire l'interférence de distracteurs entrant en compétition avec le maintien du but (Borella, Carretti, & Pelegrina, 2010; Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000).

Ces auteurs ne considèrent pas l'inhibition comme un mécanisme général mais plutôt comme un ensemble de mécanismes. En s'inspirant des typologies de l'inhibition proposées par Harnishfeger (1995 ; cité par Friedman et Miyake, 2004) et Nigg (2000), Friedman et Miyake (2004) ont proposé et mis en évidence trois mécanismes inhibiteurs distincts :

- L'inhibition de la réponse dominante ou automatique (*prepotent inhibition response*) est définie comme l'habileté à supprimer délibérément une réponse motrice ou cognitive automatiquement imposée à l'individu en présence d'un stimulus. Ce type d'inhibition intervient principalement dans les situations connues où des schèmes d'actions sont activés automatiquement ou bien dans les activités sur-apprises ne demandant généralement plus d'effort de conscientisation de l'acte, comme la lecture chez l'adulte. Ce mécanisme serait particulièrement impliqué dans le fonctionnement exécutif et dans la suppression active de la mémoire de travail des éléments n'étant plus pertinents à la réalisation de la tâche.
- L'inhibition de la réponse à un distracteur (*response to distractor inhibition*) représente la capacité à résister ou à résoudre l'interférence provoquée par une information venant de l'environnement externe et qui n'est pas pertinente pour la tâche. Cette inhibition serait principalement active lorsque deux stimuli, l'un pertinent et l'autre non pertinent, sont présentés simultanément. Ce type d'inhibition serait associé à l'attention focalisée ou sélective. Ainsi, elle permet de focaliser l'attention sur les items pertinents en ignorant simultanément les items non pertinents.

- La résistance à l'interférence proactive (*resistance to proactive interference*) permet de résister aux intrusions mnésiques provenant d'informations préalablement pertinentes pour la tâche mais devenues non pertinentes. Ce mécanisme inhibiteur est similaire à l'inhibition d'une réponse à un distracteur dans la mesure où ils impliquent tous les deux un contrôle de l'interférence. Cependant, dans la résistance à l'interférence proactive, l'information interférente avait été présentée *avant* l'information cible et était préalablement pertinente, alors que dans l'inhibition de la réponse à un distracteur, l'information distractrice et non pertinente est présentée *simultanément* à l'information cible. La résistance à l'interférence proactive impliquerait une inhibition active ou de l'attention contrôlée.

La résistance à l'interférence proactive contrairement aux deux autres mécanismes est rattachée aux informations venant de la mémoire, alors que l'inhibition de la réponse dominante et de la réponse à un distracteur sont rattachées au contrôle de l'information venant de l'environnement. Ces mécanismes d'inhibition semblent indépendants car ils seraient associés à différentes performances cognitives. Par exemple, la résistance à l'interférence proactive pourrait prédire les performances à une tâche de mémoire de travail alors que ce n'est pas le cas de l'inhibition de la réponse dominante (Borella et al., 2010).

Hormis la typologie de Friedman et Miyake (2004), le terme d'inhibition intentionnelle est souvent rencontré dans la littérature. L'inhibition intentionnelle permettrait d'interrompre ou de modifier une action en cours à partir d'une demande interne de l'individu et non suite à un signal de l'environnement externe (Baumeister, 2014; Filevich, Kühn, & Haggard, 2012; Schel, Scheres, & Crone, 2014). Le terme d'inhibition intentionnelle est fréquemment associé aux termes d'autocontrôle et d'autorégulation dans la mesure où l'individu doit maîtriser un comportement pouvant être néfaste d'un point de vue social ou lors de ses apprentissages. Selon Baumeister (2014), l'inhibition est une forme d'autorégulation dans le sens où les individus sont fréquemment amenés, dans la vie quotidienne, à résister à leurs désirs, leurs impulsions ou à des pensées parasites pour réaliser correctement une activité. L'inhibition intentionnelle serait liée à trois expériences spécifiques : une urgence à agir, un sentiment simultané d'avoir une bonne raison de ne pas agir et souvent, un sentiment de frustration de ne pas réussir la tâche (Filevich et al., 2012).

2.4.2 Flexibilité

La flexibilité mentale représente la capacité à passer d'une action à une autre. Eslinger et Grattan (1993) proposent une distinction entre deux types de flexibilité :

- La flexibilité réactive qui représente la capacité d'adaptation aux contingences de l'environnement ainsi que la capacité à déplacer son attention d'un stimulus à un autre. Cette flexibilité apparaît lorsque les caractéristiques de l'environnement nécessitent un changement de la réponse. Ce type de flexibilité est provoqué par un signal venant de l'environnement. Par exemple, nous pouvons imaginer qu'un apprenant ayant décidé de réviser un cours en particulier, s'aperçoit qu'il a oublié ses notes. Au lieu de s'arrêter et d'aller se détendre, il se souvient qu'il a également un devoir à rendre et qu'il peut le faire maintenant. L'apprenant réoriente donc son activité d'apprentissage.
- La flexibilité spontanée se manifeste quand un individu développe une variété de réponses dans un environnement stable qui ne l'oblige pas à changer son comportement. Ce type de flexibilité représente une capacité d'auto-génération, de production d'un flux d'idées ou de réponses suite à une question simple (Rogan, 2010). Elle est particulièrement impliquée dans la créativité. Au niveau des apprentissages, elle peut être utilisée dans une situation où l'apprenant imagine les différentes stratégies qu'il pourrait mettre en place.

La flexibilité est souvent vue comme étant sous la dépendance des processus d'inhibition (Gil, 2010; Meulemans, 2008). En fonction des événements, l'être humain peut changer de but, ce qui suppose d'inhiber le premier but pour se diriger vers un autre. Un contrôle inhibiteur déficitaire entraînerait une adhérence à la tâche (Gil, 2010). Cependant, ces deux concepts ne se recouvrent pas totalement : dans l'inhibition, l'attention reste fixée sur un type de stimulus et le système de contrôle prévient l'interférence provoquée par l'apparition d'informations non pertinentes. Au contraire, la flexibilité consiste à déplacer son attention d'un stimulus à un autre (Meulemans, 2008).

2.4.3 Mise à jour de la mémoire de travail

La mémoire de travail implique l'habileté à maintenir et manipuler des informations sur de brèves périodes de temps. Elle est un des éléments constitutifs des fonctions attentionnelles et exécutives (Nyberg, Brocki, Tillman, & Bohlin, 2009). La fonction de mise à jour correspond aux changements effectués en mémoire de travail en fonction des nouvelles

entrées (Morris & Jones, 1990 ; cité par Miyake et al., 2000). Par exemple, un apprenant devra mettre à jour sa mémoire de travail si après lui avoir demandé de calculer « $2 \times 12 + 6$ », l'enseignant ajoute « -3 ».

2.4.4 Les fonctions exécutives au-delà du modèle de Miyake

Le modèle des fonctions exécutives de Miyake et al. (2000) ne prend en compte que les trois fonctions exécutives définies ci-dessus. Néanmoins, dans la littérature, nombre d'articles intègrent des processus cognitifs plus larges dans leur définition des fonctions exécutives, tels que la planification.

La planification représente la capacité à gérer un ensemble de données et à planifier une succession d'opérations dans le temps lors de la réalisation d'une tâche sensori-motrice ou cognitive (Mazeau & Pouhet, 2014). La planification implique de maintenir en mémoire de travail l'objectif final et les étapes intermédiaires, la flexibilité mentale et l'inhibition de procédures antérieurement utiles. Les épreuves conçues pour évaluer les capacités de planification nécessitent d'établir une succession d'étapes pour résoudre le problème, comme dans le Test du Zoo. Dans cet exercice, le participant doit dessiner son parcours au sein d'un zoo en prenant en compte certaines contraintes (e.g. ne pas passer deux fois sur un chemin) et des consignes (e.g. Finir la balade par l'aire de pique-nique ; aller voir certains animaux et pas d'autres).

2.5 Substrats cérébraux des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives ont souvent été associées aux lobes frontaux. Cependant, certains patients avec une lésion frontale ne présentent pas nécessairement de troubles exécutifs. Par exemple, Andres et Van Der Linden (2004) montrent ainsi que des patients avec une lésion frontale n'ont pas de perturbation dans leur processus d'inhibition. Les déficits exécutifs proviennent donc le plus souvent d'atteintes diffuses plutôt que d'atteintes frontales focalisées (Collette, 2004).

Les techniques d'imagerie cérébrale (tomographie à émission de positrons [TEP] et imagerie par résonance magnétique fonctionnelle [IRMf] principalement) permettent une identification plus précise des régions cérébrales impliquées dans les tâches exécutives. Pour évaluer de manière précise les substrats cérébraux impliqués, il est nécessaire d'utiliser des tâches spécifiques au processus exécutif observé.

Filevich et al. (2012) ont effectué une revue de la littérature explorant les bases neurales sous-jacentes aux processus inhibiteurs et particulièrement à l'inhibition intentionnelle. Ainsi, lors

d'une étude en IRMf, Brass et Haggard (2007 ; cités par Filevich et al., 2012) ont comparé un signal BOLD (*Blood-Oxygen-Level Dependant*) entre une condition d'action et une condition d'inhibition décidée par le participant. Lors de la phase d'inhibition, le contraste BOLD est supérieur dans le cortex pré-frontal dorso-médian [CPFdm]. Ils ont également découvert une corrélation entre le taux d'essais inhibés et l'activité du CPFdm. Contrairement à l'inhibition intentionnelle qui active principalement le CPFdm, l'inhibition dirigée par des stimuli externes semble mettre en évidence une activation préférentielle du gyrus frontal inférieur droit et de l'aire motrice supplémentaire (AMS). Cependant, la grande variabilité des résultats trouvés dans ces études suggère une difficulté à distinguer les processus inhibiteurs d'autres mécanismes. Il n'existerait donc pas de substrat neuronal commun à différents types d'inhibitions ce qui concorde avec l'hypothèse qu'il existerait différents processus d'inhibition.

Collette (2004) a réalisé des analyses en conjonction et en soustraction cognitive. Les analyses en conjonction consistent à mettre en évidence les régions cérébrales qui sont communes à différentes tâches pour un même processus exécutif. Les analyses en soustraction sont effectuées lors d'une tâche expérimentale et lors d'une tâche contrôle. Suite à la réalisation de trois tâches d'inhibition, l'analyse en conjonction ne met en évidence aucune région cérébrale commune. Une condition d'inhibition évaluée par le Stroop est associée à une augmentation du débit sanguin au niveau du gyrus occipital moyen droit et du gyrus temporal inférieur gauche par rapport à la tâche contrôle (i.e. dénommer la couleur dans laquelle sont écrits des mots concrets auxquels aucune couleur ne peut être associée). L'inhibition d'une réponse motrice (épreuve de stop-signal) entraîne une augmentation de l'activité au niveau du gyrus post-central et frontal moyen gauche par rapport à la tâche contrôle (i.e. le signal sonore était donné avant la présentation de l'item à inhiber afin de ne pas initier la réponse motrice). Enfin, l'inhibition de saccades oculaires est associée au gyrus frontal moyen et inférieur droit par rapport à la tâche contrôle (i.e. l'indice visuel et l'item cible étaient présentés du même côté de l'écran) (Collette, 2004). Il n'existe donc pas de substrat cérébral commun aux différentes tâches d'inhibition proposées par cette étude, les activations étant spécifiques du type de tâche et de matériel.

Concernant, la mise à jour de la mémoire de travail, Van der Linden et al. (1999 ; cités par Collette, 2004) ont souligné le rôle prédominant de la région fronto-polaire gauche. Elle serait associée à différentes régions préfrontales (dorsolatérales, inférieures et cingulaires) et aux régions pariétales (postérieures et supérieures). Collette (2004) a essayé d'identifier les substrats cérébraux lors de différentes activités de mises à jour. Les résultats suggèrent que

« le processus de mise à jour dépend d'un réseau bilatéral de régions préfrontales, pariétales et cérébelleuses » (p35).

Les capacités de flexibilité réactive (e.g. apparait quand l'environnement nécessite un changement de réponse) activeraient les régions pariétales inférieures et le précunéus. La conjonction de trois tâches de flexibilité ne met pas en évidence d'activation préfrontale commune. En revanche, les régions pariétales seraient impliquées plus systématiquement dans les capacités de flexibilité mentale (Collette, 2004).

En conclusion, les fonctions exécutives ne sont pas uniquement associées aux lobes frontaux mais impliquent également beaucoup les régions pariétales. Cependant, la nature complexe et multidéterminée des fonctions exécutives incite à concevoir les substrats cérébraux en termes d'interrelations entre différentes régions cérébrales.

2.6 Le développement des fonctions exécutives

La trajectoire développementale des fonctions exécutives s'étend de la prime enfance à la mort. Ce développement est profondément lié aux caractéristiques propres à chaque individu. Bien que les fonctions exécutives ne soient pas uniquement liées aux lobes frontaux, nous pouvons observer une relation entre l'émergence fonctionnelle des capacités exécutives et la maturation structurelle des lobes frontaux. Les lobes frontaux sont immatures chez le jeune enfant mais se développent progressivement du stade prénatal jusqu'à l'âge adulte (Casey, Giedd, & Thomas, 2000; Steinberg, 2005).

Comme pour le développement du cerveau, et plus particulièrement des lobes frontaux, les fonctions exécutives se développent du plus fondamental au plus complexe. Certains processus, tels que la mémoire de travail et les capacités de contrôles, sont considérés comme essentiel au développement. Les fonctions exécutives plus spécifiques, comme la planification, s'appuieraient sur ces premières avancées (Smidts, Jacobs, & Anderson, 2004).

Les capacités exécutives progressent très régulièrement au cours du développement et atteignent pour la plupart leur maximum vers l'âge de 13-15 ans. L'inhibition d'une réponse automatique semble être similaire à l'adulte vers l'âge de 9 ans, la flexibilité mentale entre 8 et 13 ans et la planification entre 11 et 15 ans. Les premiers signes comportementaux d'un fonctionnement exécutif efficient apparaissent vers l'âge de 7-8 mois, particulièrement pour la mémoire de travail et le contrôle inhibiteur (Mazeau & Pouhet, 2014).

2.6.1 Période préscolaire

Lors de la période préscolaire (3 à 6 ans) les lobes frontaux se développent progressivement en raison de l'augmentation d'environ 1mm par an du volume de matière blanche et grise (Casey et al., 2000). Ce développement se reflète par le comportement particulièrement investigateur des enfants de cet âge, période des « pourquoi » récurrents. Les enfants s'interrogent grâce à leur capacité émergente à mettre en relation des événements ou idées plus ou moins éloignés.

Les capacités d'inhibition d'une réponse automatique évoluent principalement entre 3 et 5 ans (Diamond, Kirkham, & Amso, 2002; Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994). Les enfants sont placés en situation d'interférence face à la tâche jour/nuit. Lorsque l'expérimentateur présente une carte blanche représentant un soleil, l'enfant doit répondre « nuit » et si la carte présentée est noire avec une lune et des étoiles, il doit dire « jour ». Les auteurs de ces deux études constatent que les enfants de 4 ans obtiennent de meilleurs scores que les enfants de 3 ans mais de moins bons résultats que les enfants de 5 ans. A trois ans, les enfants sont en mesure de conserver la consigne et d'expliquer ce qu'ils doivent effectuer, mais ils ne peuvent pas encore résister à leurs réponses automatiquement déclenchées par des stimuli environnementaux (Gerstadt et al., 1994). Les enfants de 4 ans augmentent significativement leur performance si l'adulte les incite à réfléchir plus longuement en leur demandant d'attendre avant de fournir leur réponse (Diamond et al., 2002).

Comme l'inhibition, les capacités de flexibilité s'améliorent considérablement dans cette tranche d'âge. Cette amélioration serait directement liée au développement de la mémoire de travail. Les enfants, ayant une plus grande facilité à maintenir et manipuler les informations, produisent des stratégies plus élaborées et alternent plus efficacement entre leurs idées (Luciana & Nelson, 1998). Ainsi, à 5 ans, les enfants présentent des performances au Trail Making Test [TMT] congruentes avec le modèle de Baddeley (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004). Dans ce test, les enfants doivent relier des nombres dans l'ordre croissant puis relier des chiffres et des lettres en alternance dans l'ordre numérique et alphabétique.

Les comportements de planification sont de plus en plus nombreux en approchant de 6 ans mais seraient directement en lien avec le développement de l'inhibition et de la mémoire de travail (Brocki & Bohlin, 2004). D'ailleurs, une structure bifactorielle comprenant l'inhibition et la mémoire de travail serait le meilleur modèle (29 % de la variance expliquée) pour refléter les performances de planification des enfants de 2 à 6 ans (Senn, Espy, &

Kaufmann, 2004). Dans le test de la tour de Londres, consistant à déplacer des boules en faisant le moins de déplacement possible, les enfants de 4 ans peuvent réussir aussi bien que les enfants de 5-8 ans sur la version la plus facile. Néanmoins, leurs performances diminuent en même temps que le nombre de mouvements nécessaires augmentent (Luciana & Nelson, 1998). Leur principale difficulté serait de penser un mouvement dans une direction contre intuitive à la solution finale (De Luca & Leventer, 2008).

Malgré tous ces progrès, les enfants d'âge préscolaire ont encore un long chemin avant de maîtriser parfaitement leurs fonctions exécutives. Leurs capacités exécutives sont efficaces mais les enfants ne sont pas encore capables de les déployer dans des contextes complexes :

« preschoolers generally do not suffer a lack of abilities, but rather from the ability to deploy these abilities in particular contexts, that is, they lack basic metacognitive awareness of when, and how, to apply their knowledge and to deploy particular strategies effectively » (Espy, 2004, p380).

2.6.2 Préadolescence

La fin de l'enfance est marquée par une élévation importante du volume de substance grise au sein du cerveau avec un volume maximum atteint à 11 ans pour les filles et 12 ans pour les garçons (Rapoport et al., 1999). Cette élévation du volume de substance grise est marquée par un développement accru des fonctions exécutives, en particulier la flexibilité mentale qui atteint son apogée vers l'âge de 10 ans (Chelune & Baer, 1986; Welsh & Pennington, 1988). De Luca et al. (2003) ont étudié le développement de la mémoire de travail, de la flexibilité mentale, de la planification et de la fixation d'objectifs de 194 personnes âgées de 8 à 64 ans. Toutes ces fonctions présentaient une amélioration progressive des performances au fur et à mesure de l'avancée en âge, contrairement à la flexibilité mentale. Cette dernière était mature chez les plus jeunes enfants de l'étude âgés de 8 à 10 ans. Les capacités d'inhibition semblent également s'améliorer entre 9 et 11 ans (Brocki & Bohlin, 2004) ; les enfants présentent moins de comportements désinhibés. Par la suite, elles continuent à s'améliorer mais de manière plus douce. Entre 9 et 12 ans, les performances en mémoire de travail progressent également (Brocki & Bohlin, 2004).

2.6.3 Adolescence

L'adolescence est une phase de développement particulière. Généralement, nous considérons que l'adolescence concerne les jeunes âgés de 13 à 19 ans. Tout comme leurs

homologues plus jeunes, les adolescents démontrent une contradiction entre leur capacité à « savoir » mais à ne pas « faire ». L'adolescence doit être considérée comme une étape supplémentaire vers la maîtrise des fonctions exécutives et non comme le point final de ce développement (De Luca & Leventer, 2008). Cette période est également marquée par une évolution constante des lobes frontaux. Le volume de matière blanche continue à augmenter progressivement tandis que le volume de substance grise commence à diminuer. Ainsi, Luna et Sweeney (2004) décrivent l'adolescence comme une période de transition lors de laquelle les circuits exécutifs deviennent plus spécifiques, mieux connectés et donc plus efficaces dans l'organisation et la surveillance des comportements. Ainsi, même si les enfants sont aptes à inhiber une réponse, l'efficacité de cette inhibition s'améliore au cours de l'adolescence (Luna, Garver, Urban, Lazar, & Sweeney, 2004). Ces auteurs ont présenté trois tâches informatisées avec des mesures d'oculométrie pour évaluer la vitesse de traitement, les capacités d'inhibition et de mémoire de travail. La tâche d'inhibition était une tâche d'antisaccade tandis que dans la tâche de mémoire de travail, les participants devaient ensuite fixer le lieu où un point était apparu quelques secondes auparavant. La différence entre le lieu de fixation du participant et la localisation exacte du point était mesurée. Leur résultat montre que l'habileté à supprimer volontairement une saccade oculaire ne serait totalement efficiente qu'à 14 ans et que la mémoire de travail, évaluée par la capacité à mémoriser un lieu de fixation, n'atteindrait son paroxysme que tardivement au cours de l'adolescence, vers 19 ans (Luna et al., 2004). Ces résultats sont en légère contradiction avec les valeurs d'empan connues pour progresser entre 2 et 16 ans. A l'âge de 2 ans, l'enfant est capable de retenir deux items dans l'ordre. Ensuite, l'empan en ordre inverse est approximativement de deux items à 5 ans, de trois items à 7 ans, de 4 items à 10 ans avant d'atteindre la performance adulte ($5,5 \pm 1,5$ items) à 16 ans (Mazeau & Pouhet, 2014).

De même, le développement de stratégies et de comportements de planification apparaissent, en fonction des tâches (Tour de Londres, Tour de Hanoï ou Figure de Rey) entre 4 et 7 ans avant d'atteindre leur maturité autour de 15 ans (Mazeau & Pouhet, 2014) voire 19 ans (De Luca et al., 2003).

2.6.4 Adulte et âgés

Contrairement à ce que nous pouvons penser au préalable, les récentes données recueillies permettent de démontrer que des modifications de la substance blanche et de la substance grise ont encore lieu entre 20 et 30 ans (Sowell, Thompson, Tessner, & Toga, 2001). Ces modifications sont particulièrement présentes dans les lobes frontaux et

temporaires. L'étude de De Luca et al. (2003) reflète la poursuite de la maturation cérébrale dans cette tranche d'âge. Le groupe de participants âgés de 20 à 29 ans présentent les meilleures performances exécutives dans tous les domaines évalués par la CANTAB (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery ; principalement sur les tâches *Spatial Span*, *Spatial Working Memory*, *Tour de Londres* et *Intradimensional/ Extradimensional Set-Shifting*). A partir de 30 ans, il est possible d'observer une dégénérescence cérébrale progressive sans toutefois constater d'incidence notable dans le comportement des individus (Yang, Ang, & Strong, 2005). Les performances exécutives diminueront ensuite progressivement jusqu'à observer une répercussion importante de leur dysfonctionnement chez les personnes âgées (De Luca & Leventer, 2008).

2.7 Les fonctions exécutives au quotidien

Les fonctions exécutives représentent une part explicative importante du fonctionnement humain dans la vie quotidienne.

Les capacités du jeune enfant à attendre et résister à la tentation pourraient prédire à l'âge adulte un meilleur niveau éducatif, une meilleure estime de soi, une plus grande habileté à gérer le stress, moins de problèmes physiques ainsi qu'une meilleure résistance à certains troubles psychiques tels qu'une personnalité borderline (Ayduck et al., 2008 ; cités par Mischel et al., 2011). Dès la fin des années soixante, Mischel et son équipe avaient démontré à travers une série d'expérimentations, communément appelées « Marshmallow test » et visant à mesurer le délai de gratification d'enfants d'âge préscolaire, l'importance de pouvoir attendre une récompense plus lointaine mais meilleure. Ainsi, la capacité à résister à une tentation en faveur d'un but à long terme serait un point important du développement social et cognitif (Mischel et al., 2011).

2.7.1 Dans les apprentissages scolaires et la vie professionnelle

L'implication des fonctions exécutives sur la qualité des apprentissages scolaires est principalement étudiée dans le cas où des déficiences plus ou moins sévères viendraient entraver les activités d'apprentissages telles que la compréhension de texte ou le calcul. Ainsi, un dysfonctionnement de ces processus perturbera le langage, la mémoire, le raisonnement et la motricité et entraîneront ensuite des difficultés dans la plupart des disciplines scolaires (Borella et al., 2010; Mazeau & Pouhet, 2014; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Ainsi, dans le cadre d'un dysfonctionnement exécutif, le langage oral est logorrhéique en spontané, en raison d'un manque d'inhibition, mais pauvre lors d'une contrainte (e.g.

fluences verbales) (Mazeau & Pouhet, 2014). Boulc'h, Gaux et Boujon (2007) mettent en évidence chez les élèves de CE2 les liens entre le langage écrit et les fonctions exécutives. En lecture, un défaut de flexibilité mentale rend difficile le passage de la procédure d'assemblage à la procédure d'adressage. La compréhension du texte lu sera imparfaite malgré la performance de lecture. Par ailleurs, les saccades oculaires seraient différentes entre des enfants souffrant d'un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité [TDAH] et des enfants contrôles (Rommelse et al., 2008). Le TDAH est caractérisée par un déficit des fonctions attentionnelles, en particulier l'attention soutenue, et un dysfonctionnement exécutif perturbant plusieurs sphères de la vie quotidienne (relations familiales, relations avec les pairs, scolarité, loisirs). Son diagnostic repose essentiellement sur des critères cliniques (DSM 5, 2013). Les enfants avec un TDAH présenteraient des saccades oculaires moins précises, intrusives et plus longues lors de la lecture d'un texte. La mauvaise gestion des saccades oculaires est souvent à l'origine de difficulté en lecture et/ou en écriture.

A l'écrit, une perturbation des fonctions exécutives se manifeste généralement par une grande lenteur de production, une désorganisation dans la prise de note et une pauvreté du récit (Mazeau & Pouhet, 2014). Ces deux derniers points sont à mettre en lien avec les répercussions mnésiques du dysfonctionnement exécutif. Un défaut d'inhibition favorisera les interférences mnésiques d'éléments non pertinents à la tâche. Nous pouvons également observer de nombreuses ratures et de fréquents retours en arrière.

En mathématiques, un défaut de flexibilité mentale favorisera les persévérations sur des stratégies de résolutions non efficaces. Selon Andersson (2008), les performances à des tests de flexibilité (e.g. TMT, Digitspan, fluences), prédisent les performances en arithmétique après le contrôle du niveau de lecture, de l'âge et du QI. Lors de la résolution d'un problème, des erreurs de calculs sont fréquentes en raison de difficultés d'inhibition et d'une faible rétention des informations en mémoire de travail. A cela, s'ajoutent des difficultés dans la planification des différentes étapes pour résoudre le problème, ainsi qu'une difficulté à trouver et sélectionner différentes stratégies de résolution, due à un manque de flexibilité mentale (Mazeau & Pouhet, 2014).

Dans les études supérieures, bien qu'il n'y ait que peu d'étude sur le sujet, les fonctions exécutives seraient liées à la planification des stratégies pour préparer un examen ainsi qu'à la gestion du temps (Petersen, Lavelle, & Guarino, 2006). Les fonctions exécutives et les comportements d'apprentissage ont respectivement été mesurés par l'*Executive Functioning Rating Scale* et le *Learning And Study Strategies Inventory*.

Au niveau professionnel, un dysfonctionnement exécutif est souvent associé à une mauvaise productivité, à des difficultés à trouver et maintenir un emploi (Bailey, 2007; Barkley, Fischer, Smallish, & Fletcher, 2006). En comparant des jeunes adultes ayant eu un diagnostic de TDAH dans l'enfance à des jeunes adultes contrôles, Barkley s'aperçoit que les adultes avec un TDAH ont un niveau d'étude significativement plus faible que les sujets contrôles, sont davantage traités pour des maladies sexuellement transmissibles et de manière générale rencontrent plus de difficultés psychosociales telles qu'avoir des amis ou garder un travail (Barkley et al., 2006). Néanmoins, certains d'entre eux ayant été particulièrement aidés ont pu adapter leur vie à leur déficit en choisissant des métiers répondant à leurs besoins (e.g. professions indépendantes, diversités des activités...).

2.7.2 Dans les relations sociales

Les fonctions exécutives sont fortement impliquées dans la qualité de nos relations sociales. Elles permettraient principalement d'adapter notre comportement au cours des interactions sociales et prédirait les capacités de théorie de l'esprit (Hajduk et al., 2018). Or, comprendre les intentions d'autrui serait un meilleur prédicteur de la qualité des relations sociales par rapport à la reconnaissance des émotions faciales (Hajduk et al., 2018). Ainsi, l'étude de Hajduk et al. (2018) démontre que les capacités de théorie de l'esprit jouent un rôle médiateur dans la relation entre les fonctions exécutives et les relations sociales.

D'autre part, les fonctions exécutives jouent un rôle prépondérant dans la régulation de nos émotions et de ce fait, dans la gestion de nos relations sociales en situation de crise. Ainsi, l'activation du contrôle inhibiteur au cours d'une tâche pourrait prédire l'apparition ou non d'une expression de colère ou de frustration (Fishburn et al., 2019). Une mauvaise gestion de son comportement en raison de difficultés exécutives est associée à un dysfonctionnement social pouvant conduire à commettre des crimes, de la violence, des crises de colère et des comportements impulsifs (Denson, Pedersen, Friese, Hahm, & Roberts, 2011).

De même, les personnes présentant une faiblesse des fonctions exécutives peuvent se montrer davantage dépendantes et impulsives au sein de leur couple, augmentant ainsi les risques de séparation (Eakin et al., 2004).

Chapitre 2 – Vouloir apprendre : Motivation, volition et concept de soi.

« Certes, je n'ai rien appris que je ne sois parti, ni enseigné autrui sans l'inviter à quitter son nid. Partir exige un déchirement qui arrache une part du corps à la part qui demeure adhérente à la rive de naissance [...]. Qui ne bouge, n'apprend rien. [...]. Aucun apprentissage n'évite le voyage. Sous la conduite d'un guide, l'éducation pousse à l'extérieur. »
(Michel Serres, 1991, Le Tiers-instruit)

Avant même d'entrer à l'école, les enfants développent des croyances et attentes vis-à-vis de l'école et des apprentissages. Ces croyances, attentes et perception d'eux-mêmes en tant qu'apprenant ou futur apprenant influencent l'effort mis en jeu ainsi que leur comportement face aux apprentissages.

Dans le chapitre précédent, nous avons constaté qu'apprendre nécessite d'user d'un contrôle cognitif et métacognitif. Maintenant, nous verrons comment les représentations de soi en tant qu'apprenant influencent considérablement la capacité de l'apprenant à gérer son niveau d'effort jusqu'à l'atteinte de son objectif. L'effort peut être défini comme le ratio entre la quantité de temps alloué à l'apprentissage et la qualité de cet apprentissage (Eccles, 2005). Ainsi, le temps, seul, ne peut prédire le niveau de performance réalisée dans la mesure où un apprenant peut rester de longues heures face à son bureau sans nécessairement produire un apprentissage efficient.

L'évolution de ces croyances et perception doit être prise en compte au cours du développement (e.g. conception fixiste ou incrémentale de l'intelligence).

1. Définir la motivation

La diversité des comportements exprimés par des individus dans une même situation est souvent au cœur des problématiques qui concernent le comportement humain. Dans le champ de l'éducation particulièrement, il est souvent question d'expliquer l'investissement plus ou moins important des élèves face à leurs apprentissages. L'étude des processus motivationnels permet d'expliquer la cause des actions mais aussi de mieux comprendre les raisons d'un individu à investir un comportement. Les théories motivationnelles évoquent ainsi un certain nombre de facteurs pouvant agir sur nos comportements tels que nos besoins, nos buts, nos intérêts ou nos valeurs pour n'en citer que quelques-uns.

Le terme motivation est généralement utilisé de manière générique lorsqu'aucune autre explication plus précise ne permet de décrire le comportement. Néanmoins, la motivation est définie comme « une hypothétique force intra-individuelle protéiforme, qui peut avoir des déterminants internes et/ou externes multiples, et qui permet d'expliquer la direction, le déclenchement, la persistance et l'intensité du comportement ou de l'action. » (Fenouillet, 2012, p9). Une force motivationnelle est principalement caractérisée par :

- sa direction : elle oriente l'individu vers une finalité, vers un but.
- son déclenchement : l'individu modifie son comportement en fonction de la force motivationnelle.
- sa persistance : l'individu maintient son effort sur la durée par la volonté de faire perdurer l'action ou son comportement jusqu'à l'atteinte de l'objectif.
- son intensité : elle représente le niveau de la force motivationnelle.

1.1 Modèle intégratif de la motivation

Le modèle de Fenouillet (2012) permet de bien distinguer les différentes étapes mises en place par l'individu en amont du comportement et jusqu'à l'atteinte de son objectif (Figure 3).

Ce modèle distingue, au cours de l'action, deux phases séparées par le déclenchement de l'action : la motivation et la volition. Ainsi, la motivation intervient en amont de l'action et permet d'expliquer ce qui amène au déclenchement ou à la modification du comportement de l'individu. La volition représente les processus impliqués dans le maintien et la mise en œuvre d'une intention d'apprendre jusqu'à la réalisation complète de la tâche (Corno & Kanfer, 1993). Elle intervient au moment où l'action est déclenchée et perdurera jusqu'à la réalisation de l'activité.

Le modèle intègre ensuite plusieurs niveaux conceptuels du plus abstrait au plus concret. Il distingue ainsi des ensembles conceptuels (rectangles orange foncés dans la figure) constitués de conceptions motivationnelles (cercles orange clairs) impliquant elles-mêmes plusieurs théories de la motivation. Ainsi, les ensembles conceptuels de la motivation sont les motifs primaires, les motifs secondaires et les prédictions. Les motifs primaires cherchent à expliquer l'origine absolue du comportement. Cette origine est systématiquement interne. Les conceptions motivationnelles de cet ensemble sont les instincts ainsi que les besoins physiologiques et psychologiques. Contrairement aux motifs primaires, les motifs secondaires prennent en compte les facteurs environnementaux comme étant à l'origine de la motivation. Cet ensemble conceptuel regroupe douze conceptions motivationnelles : valeur, but, intérêt,

estime de soi, drive, dissonance, émotion, curiosité, recherche de contrôle, intention, traits de personnalité et motifs originaux. Nous aborderons certains d'entre eux. Les prédictions sont constituées de plusieurs théories motivationnelles liées aux prédictions de résultats. Elles vont venir nuancer les décisions issues des motifs secondaires.

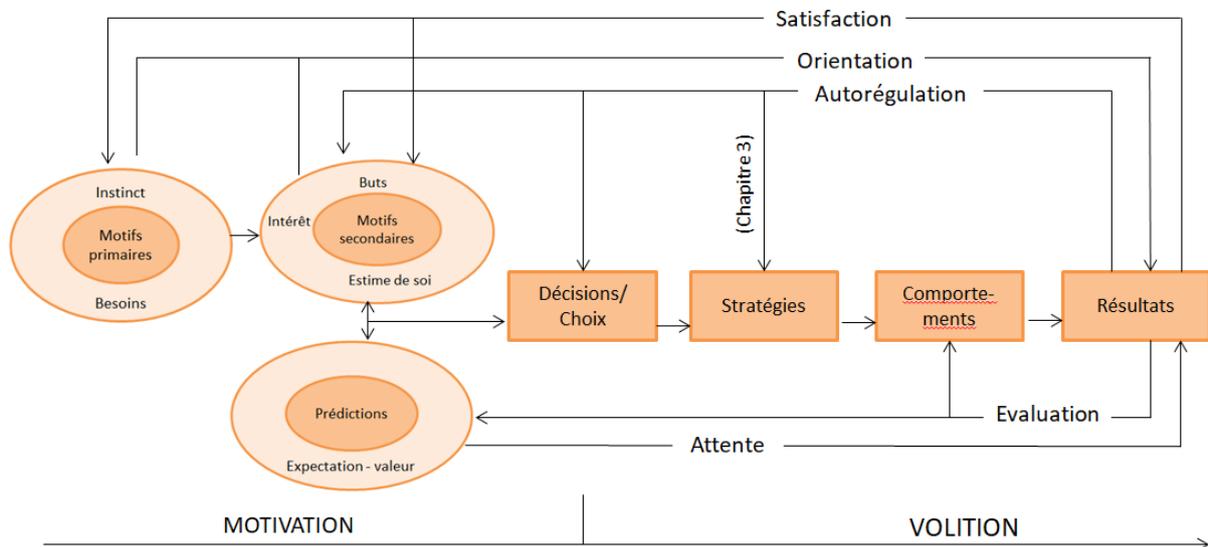


Figure 3. Présentation non exhaustive du modèle intégratif de la motivation (adapté de Fenouillet, 2012).

Bien que notre travail ne soit pas directement en lien avec les théories motivationnelles, il nous paraissait important d'aborder certaines conceptions motivationnelles afin de mieux comprendre les modèles de l'apprentissage autorégulé expliqués dans le chapitre suivant. En outre, un apprenant ne peut être réduit ni à un ensemble de processus cognitifs ni à un ensemble de processus motivationnels. Les théories motivationnelles étant dénombrées à 100, nous ne pourrions tout explorer ici. Nous nous focaliserons sur certaines théories motivationnelles associées à des motifs secondaires et des prédictions particulièrement impliquées dans les apprentissages scolaires et directement en lien avec les modèles de l'apprentissage autorégulé sur lesquels s'appuie notre troisième chapitre.

1.2 Les motifs secondaires dans les apprentissages

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, les motifs secondaires représentent particulièrement les facteurs environnementaux poussant au déclenchement d'une action. Ces facteurs environnementaux proviennent d'une source externe mais se rattachent à une source interne à l'individu. Ainsi, un même facteur n'aura pas le même impact pour deux individus

différents. Les conceptions motivationnelles intégrées aux motifs secondaires sont nombreuses. Nous n'évoquerons qu'une partie d'entre elles qui nous paraissent essentielles pour la compréhension de ce manuscrit.

1.2.1 Valeur et valence d'une activité

En situation d'apprentissage, tous les apprenants ne vont pas investir une activité donnée de la même manière. Par exemple, certains enfants développeront très tôt un attrait pour les livres et une envie d'apprendre à lire. D'autres enfants mettront davantage de temps à investir cet apprentissage ne répondant pas à leurs besoins actuels. Ainsi, nous pouvons citer l'exemple des enfants du voyage qui sont issus d'une tradition de transmission par l'oral et non par l'écrit. Pour ces enfants, le fait de savoir lire n'a pas toujours la même valeur que pour un enfant ayant grandi dans un milieu culturel où les livres et la lecture sont valorisés. Les valeurs sont des croyances et sont construites sur une dimension normative bien/mal (Feather, 1992). Elles modifient l'appréciation subjective qu'un individu se fait d'une situation, d'une activité, et des résultats potentiels en fonction de la valence positive ou négative qu'ils leur donnent (Feather, 1992). L'investissement de ces enfants lors de l'apprentissage de la lecture en sera impacté. La valence d'une activité correspond à l'importance que l'individu lui accorde. Ainsi, dans le cadre scolaire, la valence de chaque matière et sous-partie de matière peut varier pour l'individu. La valeur accordée aux objets réels ou imaginaires permet de guider les principes de vie des individus et des groupes sociaux (Schwartz, 1994).

Selon Eccles (2005), les performances scolaires peuvent varier en fonction de la valeur subjective de l'activité et de l'expectation de succès. L'expectation de succès est une attente de réussite de la part de l'individu dans une situation donnée. Cette attente peut se situer sur le court ou le long terme. Eccles distingue quatre composantes de la valeur de l'activité : la valeur de la réussite, la valeur intrinsèque, la valeur utilitaire et le coût. La valeur de la réussite représente l'importance que l'on porte à terminer correctement une activité (e.g. faire un beau dessin car on nous a toujours dit qu'on dessine bien). La valeur intrinsèque est liée aux émotions positives ressenties dans le cadre de l'activité (e.g. plaisir à pratiquer un sport). La valeur utilitaire représente les opportunités qu'offre l'activité (e.g. possibilité d'étude, de métiers, gains d'expérience...). Le coût représente l'ensemble des aspects négatifs à s'engager dans l'activité (risque d'échec, renoncement à une sortie entre amis, temps nécessaire à la réalisation de l'activité...). Préalablement à Eccles, Battle (1966 ; cité par Fenouillet, 2012)

souhaitait prévoir les performances scolaires des élèves. Elle distinguait cinq concepts qui seraient directement liés à la scolarité et à la notion de valence :

- La valeur relative au succès représente l'importance accordée par le sujet à une discipline scolaire particulière (e.g. les mathématiques sont très importantes).

- La valeur absolue du succès représente l'importance accordée à la scolarité en générale (e.g. Il est très important pour moi de bien apprendre).

- L'objectif minimum à atteindre représente la performance minimum, fixée par l'individu et devant être atteinte pour être satisfait.

- L'objectif certain minimum est le niveau minimum qui sera assurément atteint par l'individu.

- L'expectation de réussite représente l'attente de réussite d'un individu en fonction du niveau d'effort qu'il a fourni.

Dans son étude, ces cinq concepts sont en lien avec la performance scolaire mais la valeur absolue du succès accordée par l'individu est celle qui est corrélée le plus fortement à la performance scolaire.

Cependant, la valence seule ne peut expliquer l'engagement dans l'action. Cette dernière est également décidée en fonction des capacités de l'individu, des contraintes de l'environnement et des moyens disponibles pour réaliser l'activité. D'autres conceptions motivationnelles sont donc nécessaires pour comprendre l'engagement d'un apprenant dans une tâche.

1.2.2 Les buts

La fixation des buts occupe une place importante dans l'apprentissage autorégulé. Il est nécessaire de bien les calibrer pour obtenir une force motivationnelle maximale. Ces buts sont déterminés en fonction de l'analyse d'une situation spécifique et du temps donné pour réaliser cet objectif. Le but comprend trois propriétés possédant un impact motivationnel avéré (Locke & Latham, 2002; Schunk, 1990) :

- Spécifique : un but général est ambigu quant à l'atteinte d'un résultat. L'individu doit donc se fixer des objectifs précis à atteindre. Par exemple, il est préférable de se dire « je veux obtenir un 16 au prochain contrôle de maths » que de se dire « je veux réussir mon prochain contrôle de maths ».

- Proximal : un but proximal permet d’avoir un feedback plus immédiat sur l’action accomplie ce qui permet de juger plus facilement les progrès accomplis. Les buts distaux ont une force motivationnelle plus faible. Par exemple, dans le cadre de la préparation d’un mémoire, il est préférable de se fixer des sous-objectifs que l’objectif final.
- Difficile : si les compétences nécessaires sont acquises, les apprenants vont déployer plus d’efforts pour atteindre des buts difficiles que pour atteindre des buts faciles. La difficulté des buts influence positivement les efforts fournis.

Ces trois propriétés, si elles sont bien calibrées, peuvent aider l’apprenant à maintenir ou augmenter son sentiment d’efficacité personnelle [SEP] que nous verrons un peu plus loin.

Les buts définis par les apprenants sont étroitement liés à des représentations de soi, et particulièrement à des sois possibles (Cosnefroy, 2011). Ces sois possibles peuvent être considérés comme des états à approcher ou à éviter. Les apprenants régulent leur conduite pour développer un soi possible positif, pour maintenir un soi actuel positif ou pour éviter d’engendrer une représentation de soi négative (Garcia & Pintrich, 1994 ; cité par Cosnefroy, 2011). Ainsi, les buts permettent à la fois de guider l’apprentissage et de contrôler le niveau d’estime de soi. Dans les apprentissages, les buts peuvent donc être orientés vers l’apprentissage ou vers la protection de l’estime de soi. Dans ce dernier cas, l’apprenant entre dans un mode défensif dicté par le besoin de se protéger d’émotions négatives dont l’une des principales sources est la crainte de l’échec (Cosnefroy, 2011). Comme nous l’aborderons dans le troisième chapitre de ce manuscrit, la protection de l’estime de soi représente une part intégrante de la régulation des apprentissages.

Par ailleurs, dans une activité scolaire, Dweck et Leggett (1988) distinguent les buts d’apprentissage des buts de performance. L’apprenant qui choisit de suivre un but d’apprentissage cherche en premier lieu à améliorer ses compétences et à maîtriser l’activité tandis qu’un apprenant s’orientant dans un but de performance cherche tout d’abord à montrer ou à se prouver ses capacités. L’orientation vers un but d’apprentissage ou de performance est également en lien avec la façon dont les individus perçoivent leurs capacités. Les individus qui ont une conception fixiste de l’intelligence (i.e. les capacités sont stables et irrémédiables) ont davantage tendance à se tourner vers un but de performance qu’un but d’apprentissage. À l’inverse, les apprenants ayant une conception incrémentale de l’intelligence (i.e. les capacités évoluent grâce aux expériences) se tournent de préférence vers un but d’apprentissage (Fenouillet, 2012). En fonction de son orientation, l’apprenant ne réagira pas de la même

manière lors de ses apprentissages et notamment lorsqu'il sera confronté à un échec. Dans le cadre d'un but de performance, l'échec sera principalement associé à des causes internes et stables (e.g. les capacités), et ce d'autant plus que l'individu aura une perception faible de ses capacités. A l'inverse, dans le cadre d'un but d'apprentissage, un échec est associé à un manque d'expérience plutôt qu'à de faibles capacités. L'apprenant ne se résignera pas et fera une nouvelle tentative en modifiant éventuellement sa stratégie.

A cette structuration des buts lors d'une activité d'apprentissage, Elliot et Harackiewicz (1996) ajoutent une distinction supplémentaire entre une tendance à approcher la maîtrise de l'activité ou la performance et une tendance à éviter la maîtrise de l'activité ou la performance. Les comportements d'approche de la maîtrise sont très similaires à ceux mis en place dans un but d'apprentissage. En revanche, les comportements d'évitement de la maîtrise apparaissent quand l'apprenant estime qu'il ne pourra pas améliorer ses compétences. Il préférera donc éviter l'activité plutôt que de voir ses compétences stagner voire régresser. L'approche de la performance est assez similaire au but d'approche de la maîtrise dans la mesure où l'apprenant se focalise sur des perspectives positives telles que le succès. Il se focalisera ainsi davantage sur les informations pouvant l'aider à atteindre son objectif. A l'inverse, si l'apprenant entre dans un comportement d'évitement de la performance, il se focalisera davantage sur les résultats négatifs potentiels et leurs conséquences sur l'estime de soi.

1.2.3 L'intérêt

L'intérêt est à la fois un état psychologique et une prédisposition à s'engager dans une activité spécifique (Hidi & Renninger, 2006). L'intérêt est caractérisé par le plaisir de réaliser l'activité pour ce qu'elle est sans aucune autre forme de motivation (Fenouillet, Chainon, Yennek, Masson, & Heutte, 2017). A ce titre, l'intérêt entre dans le cadre de la motivation intrinsèque (i.e. Engagement dans une activité pour le plaisir et la satisfaction qui en découle ; Guay et al., 2010; Ryan & Deci, 2000). Néanmoins, et contrairement à la motivation intrinsèque, certains détails ou aspects du contexte peuvent influencer l'intérêt de l'individu en augmentant son attention ou son investissement (Fenouillet et al., 2017; Schraw & Lehman, 2001). Il est possible de distinguer deux types d'intérêt par leur persistance dans le temps : l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel (Fenouillet et al., 2017; Hidi, 1990; Krapp, 2005; Schiefele, 1991). L'intérêt situationnel est dépendant du contexte et de ce fait transitoire. Si l'environnement ne maintient pas l'intérêt, celui-ci s'estompe. A l'inverse, l'intérêt individuel est plus durable et moins sensible aux contingences de l'environnement.

C'est avec ce type d'intérêt que certaines personnes se passionnent pour un sujet durant leur vie entière. Dans le cadre scolaire, il est préférable que les élèves se situent dans ce type d'intérêt afin de ne pas se détourner d'une matière lorsque l'enseignant ou sa méthode change.

1.2.4 L'estime de soi

L'estime de soi est un ensemble de sentiments subjectifs ressentis envers soi, en particulier les sentiments d'acceptation et de respect (Rosenberg, 1989 ; cité par Harris, Donnellan, & Trzesniewski, 2018). Nous pouvons distinguer deux types d'estime de soi : l'estime de soi globale et l'estime de soi spécifique (Harris et al., 2018; Marsh, Parker, & Barnes, 1985). La première représente l'évaluation subjective globale de soi. La deuxième est une évaluation subjective de soi dans un contexte ou des circonstances spécifiques (e.g. relations avec les pairs, apparence physique, capacités intellectuelles...).

Selon Nicholls (1984), l'estime de soi peut expliquer l'engagement et l'investissement dans l'action en fonction de notre degré d'implication : par l'*ego* ou pour l'activité en elle-même. Lorsqu'une personne est impliquée dans une activité scolaire par l'*ego*, elle perçoit ses efforts comme directement liées à ses capacités. Ainsi, si elle produit un effort élevé, elle considérera ses capacités comme faibles et verra baisser son niveau d'estime. A l'inverse, si une activité est réalisée avec peu d'effort, l'apprenant se perçoit comme ayant de bonnes capacités et voit son niveau d'estime de lui-même augmenter. Quand la personne est impliquée pour l'activité en elle-même, l'effort est cette fois perçu comme un levier pour améliorer l'apprentissage et augmente ainsi l'estime de soi. Le type d'implication dans les apprentissages est en partie lié à la perception qu'à l'individu de son intelligence (Dweck & Leggett, 1988). Une conception fixiste de l'intelligence engendre une croyance selon laquelle le niveau intellectuel d'une personne est inné et stable. L'intelligence ne s'améliorera pas malgré des efforts. L'individu considère donc que ses capacités sont représentatives de son niveau d'intelligence et que réaliser une activité en déployant un grand effort signifie que ses capacités sont moindres que celles de ses pairs. Cet apprenant aura donc tendance à s'impliquer par l'*ego* dans ses apprentissages. A l'inverse, une conception incrémentielle de l'intelligence prend en compte l'évolution des capacités par l'apprentissage. Dans cette conception, l'intelligence est perçue comme pouvant évoluer au cours de la vie et notamment avec les expériences et l'apprentissage. Les apprenants attachés à cette conception ont davantage tendance à s'impliquer pour l'activité en elle-même et seront donc plus enclins à déployer des efforts pour progresser. Ainsi, la perception que l'individu se forge de lui-même

influence sa perception de l'environnement d'apprentissage et oriente ses décisions et ses comportements d'apprentissage.

Les recherches se contredisent sur l'âge à partir duquel les enfants seraient en mesure d'évaluer leur niveau d'estime d'eux-mêmes (Harris et al., 2018). Certains affirment que les enfants ne pourraient s'évaluer avant l'âge de 8 ans (Harter, 2012 ; cité par Harris et al., 2018). Néanmoins, entre trois et cinq ans, les enfants commencent à développer leur mémoire autobiographique, à prendre conscience de leurs souvenirs et donc à se représenter une figure d'eux-mêmes à travers le temps (Fivush & Nelson, 2004). D'autres équipes de recherche semblent avoir pu évaluer le niveau d'estime de soi d'enfants âgés de cinq ans et plus (Harris et al., 2018; Van Den Bergh & De Rycke, 2003). La perception de l'estime de soi serait primordiale dans l'adaptation psychosociale des enfants à leur environnement scolaire (Tap, 2005 ; cité par Hue, Rousse, Bon, & Strayer, 2009; Kazdin, 1989). L'estime de soi se développerait progressivement et en interaction avec l'environnement sociale de l'individu (Wallon, 1945 ; cité par Hue et al., 2009). De même, l'autoévaluation de son estime ne serait pas stable au cours du temps mais évoluerait en fonction de l'âge et du sexe (Harter, 1990, 1999 ; cité par Hue et al., 2009). En arrivant à l'école, l'enfant a développé certaines capacités cognitives lui permettant de se comparer aux autres et ainsi, de réajuster son évaluation (Hue et al., 2009). Dans un premier temps, l'enfant a tendance à surestimer ses capacités avant de réajuster son évaluation vers la fin de l'école primaire. A ce moment, il est possible d'observer une chute de l'estime de soi. Il apparait également que les garçons présenteraient une estime de soi plus importante que les filles du même âge.

1.3 Prédiction et sentiment d'efficacité personnelle (SEP)

Nous venons d'aborder certaines théories motivationnelles constituant une partie des motifs secondaires pouvant déclencher une action ou une modification de comportement de la part de l'individu. Néanmoins, ces motifs secondaires ne peuvent pas expliquer entièrement cette décision d'agir. Typiquement, dans une situation d'apprentissage, l'apprenant va également essayer d'anticiper et de prédire les conséquences de cette action. Il va ainsi « peser les pour et les contre » avant de s'engager. L'ensemble des processus associés à ces réflexions constitue l'ensemble conceptuel des prédictions. Cet ensemble conceptuel est composé de plusieurs théories motivationnelles liées à la notion de valence que nous avons évoquée plus haut et à la probabilité de réussir ou non l'activité (Fenouillet, 2012). Cette probabilité s'appuie sur plusieurs facteurs tels que le contexte, la difficulté de la tâche, les expériences antérieures ou encore la croyance des individus vis-à-vis de leurs capacités. C'est

de ce dernier point, théorisé sous le terme de sentiment d'efficacité personnelle, dont nous allons parler dans cette partie.

Le sentiment d'efficacité personnelle [SEP] fait référence aux croyances que l'individu entretient à propos de sa propre capacité à apprendre ou à accomplir efficacement sa tâche dans une situation donnée (Bandura, Barbaranelli, Caprara, & Pastorelli, 1996; Bandura & Schunk, 1981; Zimmerman & Kitsantas, 2007). Bandura le définit comme « la croyance en sa propre capacité à organiser et exécuter une série d'actions nécessaires pour parvenir à la situation visée » (traduction libre, Bandura, 1997, p3 ; cité par Masson & Fenouillet, 2013). Dans l'apprentissage autorégulé, ce sentiment est une attente d'efficacité et non une attente de résultats. Il concerne la croyance en la capacité à utiliser des processus d'autorégulation (Zimmerman & Kitsantas, 2005). Un SEP élevé faciliterait l'utilisation de stratégies cognitives performantes, l'engagement dans des activités plus difficiles, l'investissement et le temps passé à étudier (Cosnefroy, 2011; Zimmerman, 2000). Il serait également impliqué dans le niveau d'effort investi et le degré de persévérance lorsque l'apprenant est confronté à une difficulté (Heyne et al., 1998).

Le SEP se construirait à partir de quatre sources distinctes (Bandura, 2003 ; cité par Fenouillet, 2012) :

- Les expériences actives de maîtrise : Elles indiquent la capacité propre de l'individu (e.g. plusieurs réussites à une même tâche). Néanmoins, un individu qui réussit plusieurs fois mais échoue une fois peut voir chuter considérablement son SEP. A l'inverse, celui qui échoue tout le temps et réussit une fois peut augmenter brutalement son SEP (Fenouillet, 2012).

- Les expériences vicariantes : En observant les performances des autres, l'individu se compare et évalue ses propres capacités. L'individu va essayer de se comparer en particulier à des modèles qui lui sont similaires. Leurs réussites ou échecs dans la tâche influenceront le sentiment d'efficacité personnelle de l'individu.

- La persuasion verbale : Ce sont tous les propos soulignant les capacités de l'individu. Néanmoins, la persuasion verbale n'a pas le même impact selon le niveau d'expertise et de crédibilité de la source. Par ailleurs, valoriser les capacités de l'individu sur une tâche facile peut souligner un manque de capacité, donc faire chuter le SEP.

- Les états physiologiques et émotionnels : La perception du niveau de stress par les battements cardiaques, sa fatigue, l'effort déployé influencent l'attente de résultat. Les émotions peuvent être perçues différemment en fonction du sep de l'individu. Les battements

cardiaques peuvent annoncer une certaine excitation allant vers la réussite comme de l'anxiété associée à un échec.

L'individu se crée également des standards internes qu'il va chercher à atteindre en réduisant la différence entre l'état actuel et le standard. Pour relancer sa motivation, l'individu se fixe de nouveaux standards dès que l'un d'eux est atteint (Bandura & Cervone, 1983). Ainsi, nous pouvons constater la relation presque fusionnelle entre le SEP et les théories motivationnelles liées à la fixation des buts.

Dans une étude sur le travail scolaire à effectuer à la maison, Bembenutty et Zimmerman (2003) montrent que le niveau de SEP est corrélé à la réalisation des devoirs, ce qui expliquerait une amélioration des performances scolaires dans le cas d'un SEP élevé. En 1990, Pintrich et DeGroot avaient déjà mis en avant l'impact positif d'un SEP élevé sur les apprentissages scolaires. Leur étude montrait au travers d'analyses de régression que les élèves présentant un SEP élevé utilisaient des stratégies cognitives plus efficaces (Pintrich & de Groot, 1990). Le SEP favoriserait également les performances en mathématiques et l'engagement dans la tâche (Bandura & Schunk, 1981; Schunk, 1990; Schunk & Hanson, 1985).

Le SEP existerait au niveau des différentes disciplines scolaires mais également au niveau de la scolarité en général. Ainsi, l'observation des coefficients de corrélation montre des coefficients plus forts entre les SEP disciplinaires et le SEP scolaire qu'entre deux SEP disciplinaires. En revanche, ce SEP scolaire ne serait pas toujours corrélé aux performances scolaires contrairement au SEP disciplinaire (Bouffard, Boileau, & Vezeau, 2001).

Le rôle du SEP évoluerait en fonction du niveau scolaire (Pajares & Johnson, 1996). Tout d'abord, une différence de perception serait présente entre des élèves scolarisés en primaire et des élèves scolarisés dans le secondaire. Les premiers arriveraient à l'école pour faire leur travail d'élèves sans distinguer réellement les différentes disciplines dans la mesure où l'enseignant est toujours le même et que le lieu d'apprentissage ne change pas au cours de la journée. A l'inverse, les collégiens et lycéens percevraient plus distinctement les différentes matières dans la mesure où chaque cours peut être identifié par un lieu et un enseignant. Ainsi, les enfants d'âge primaire souhaitent « réussir à l'école » sans viser une matière particulière (Masson & Fenouillet, 2013). Le SEP scolaire, plus général que les SEP spécifiques, représenterait la croyance de l'apprenant envers sa propre capacité à s'adapter au milieu scolaire et ses exigences. Par ailleurs, les attentes d'efficacité des élèves se

construiraient au fur et à mesure de leur scolarité en se basant sur leurs expériences précédentes d'apprentissage (Jinks & Morgan, 1999).

2. Le deuxième temps de l'action : la volition

Réguler un apprentissage nécessite une force motivationnelle qui n'est cependant pas suffisante pour permettre le passage de l'intention d'agir à l'action. La fixation des buts ne signifie donc pas qu'un ensemble de comportements sera mis en place pour les atteindre. Le concept de volition permet d'expliquer le passage entre une intention et la mise en œuvre d'actions ainsi que le maintien de ces actions dans le temps (Cosnefroy, 2011). La motivation aurait pour but de préparer les décisions alors que la volition les protégerait d'éventuels écueils (Corno, 2004). Cette distinction entre motivation et volition fut évoquée pour la première fois par Heckhausen (1977).

Dans les années 80, Heckhausen et Gollwitzer proposèrent une segmentation de l'action en quatre phases distinctes (Figure 4).

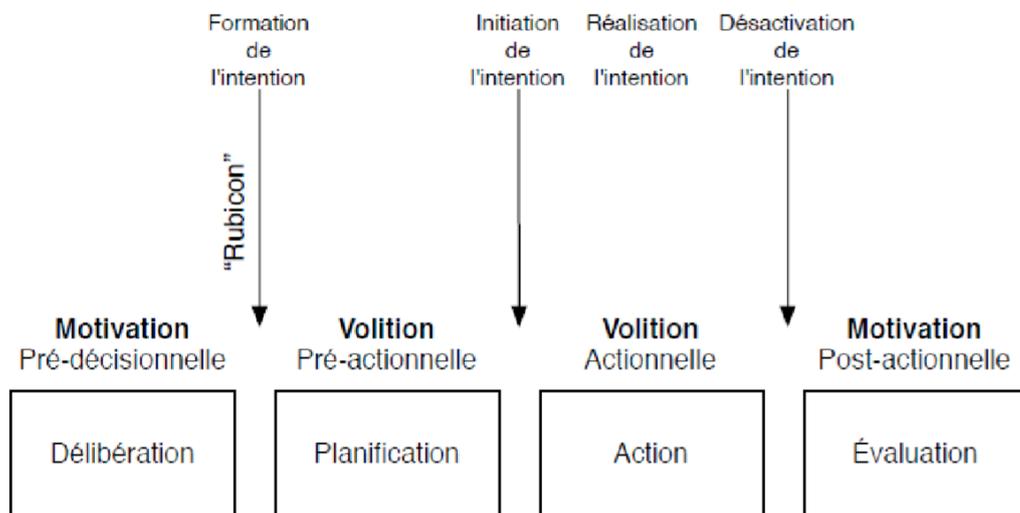


Figure 4. Le modèle du Rubicon des phases d'action (Heckhausen & Gollwitzer, 1987 ; cité par Kaplan, 2009).

La phase pré-décisionnelle correspond à un temps de délibération lors duquel l'individu effectue un choix entre différentes possibilités. La phase pré-actionnelle concerne l'opérationnalisation du but ; elle représente une phase où le participant anticipe les actions à mettre en œuvre. La phase actionnelle se réfère au moment où les actions programmées commencent à être exécutées. La phase post-actionnelle intervient lorsque l'action est

terminée. Cette dernière phase permet l'évaluation du résultat obtenu en fonction du but déterminé lors de la phase pré-décisionnelle. Les phases de délibération et d'évaluation sont gérées par des processus motivationnels, contrairement aux phases pré- et post-actionnelles où les processus en jeu sont volitionnels. Le passage entre les processus motivationnels et volitionnels peut s'expliquer par la métaphore du Rubicon : « Les processus de la phase volitionnelle ne sont pas simplement des tendances motivationnelles qui se prolongeraient dans des tendances à l'action, mais des processus d'une autre nature. Nous pensons la transition de la motivation à la volition comme le franchissement du Rubicon, on ne peut plus revenir en arrière » (Heckhausen & Gollwitzer, 1986, p. 1072 ; cité par Cosnefroy, 2011). Passer le Rubicon consiste donc à passer de la délibération à l'engagement dans le processus d'apprentissage.

D'autre part, les processus volitionnels seraient influencés par les caractéristiques de la tâche (Corno, 2004). Ces caractéristiques entraîneraient une « charge volitionnelle » pouvant être restreinte ou augmentée en fonction des contraintes de la tâche. Par exemple, travailler en groupe aiderait les apprenants à diminuer la charge volitionnelle dans la mesure où la protection de l'effort est répartie sur l'ensemble des membres du groupe.

L'efficacité volitionnelle serait également dépendante de la réaction des apprenants vis-à-vis d'une situation stressante. Les apprenants auraient ainsi deux types d'orientation : une orientation tournée vers l'état mental ou une orientation tournée vers l'action (Kuhl & Eisenbeiser, 1986 ; cité par Cosnefroy, 2011). Une orientation vers l'état mental va contraindre la volition et ainsi, affaiblir la bonne mise en œuvre de l'apprentissage autorégulé. Dans ce type d'orientation, l'activité cognitive est focalisée sur les états mentaux, accaparée par des pensées intrusives et des ruminations. A l'inverse, une orientation vers l'action conduit l'individu à porter attention à son état actuel, à l'état à atteindre et à la mise en œuvre d'une action visant à réduire l'écart entre ces deux états.

Nous pouvons donc supposer qu'une bonne capacité à inhiber des pensées intrusives et/ou des ruminations, face à un obstacle dans la tâche, favoriserait le maintien des processus volitionnels, protégeant alors l'atteinte du but d'apprentissage. Par exemple, dans une situation où de nombreuses activités sont effectuées, l'apprenant peut, en fonction de son orientation, réussir à développer un plan d'action pour avancer dans ses tâches ou bien rester inactif en ne sachant pas par où commencer. Pour apprendre et mener son apprentissage jusqu'à l'atteinte de l'objectif, l'apprenant doit donc réguler ses processus motivationnels.

Chapitre 3 – A la croisée des chemins : L'apprentissage autorégulé et son développement.

« Oserai-je exposer ici la plus grande, la plus importante, la plus utile règle de toute l'éducation ? Ce n'est pas de gagner du temps, c'est d'en perdre. »
(J.J. Rousseau, 1762, Emile ou de l'éducation)

Dans des tâches de la vie quotidienne tout comme dans une tâche d'apprentissage, l'être humain doit fréquemment définir un but à atteindre, mettre en place des comportements adéquats ainsi que maintenir un certain niveau d'effort pour réussir la tâche demandée ou fixée. Cet enchaînement d'actions tend à être expliqué par les recherches sur l'apprentissage autorégulé.

La psychologie de l'éducation a forgé le concept d'apprentissage autorégulé (*self-regulated learning*) dans lequel l'apprenant est considéré comme actif et contrôlant son apprentissage. L'apprentissage autorégulé peut être défini comme « la présence de pensées auto-générées, de sentiments, de stratégies, et de comportements dirigés vers l'atteinte d'un but académique »³ (Schunk & Zimmerman, 1998 ; cités par Zimmerman & Kitsantas, 2005, p398, traduction libre).

Plusieurs recherches concordent sur le fait qu'une bonne autorégulation va de pair avec la réussite académique (Pintrich, 2003 ; Zimmerman, 2001 ; Winne, 1995 ; cités par Cosnefroy, 2011). Les variabilités individuelles d'autorégulation pourraient donc expliquer les différences de performances scolaires. Zimmerman et Martinez-Pons (1990) ont montré que des apprenants de cinq à dix-sept ans utilisent différentes stratégies d'autorégulation en fonction de leur niveau scolaire. Par exemple, les bons élèves recourent plus à la recherche d'aide, en posant des questions ou en cherchant des informations supplémentaires, que les élèves plus faibles. Les novices et les experts n'ont pas le même profil d'autorégulation de leurs apprentissages. Les novices, ayant des difficultés à anticiper leurs apprentissages, utiliseraient davantage une autorégulation réactive que proactive (Zimmerman, 2002). Selon cet auteur, l'autorégulation proactive permet la planification de buts et de plans d'action alors que l'autorégulation réactive intervient pour contrer les obstacles empêchant l'atteinte d'un but.

³ « [...] academic self-regulation, which is defined as self-generated thoughts, feelings, strategies, and behaviors designed to attain academic goals. » p398 (Schunk & Zimmerman, 1998 ; cités par Zimmerman & Kitsantas, 2005).

De nombreux chercheurs s'intéressant à l'autorégulation (Cosnefroy, 2011; Pintrich & de Groot, 1990; Zimmerman & Kitsantas, 2005) axent leurs études sur la compréhension de l'autorégulation dans l'apprentissage. Dans un premier temps, nous exposerons les principaux modèles de l'apprentissage autorégulé, puis nous explorerons le développement de cette régulation. Enfin, nous exposerons les moyens d'évaluation des capacités de régulation dans les apprentissages.

1. L'apprentissage autorégulé et ses modèles

Les premiers articles distinguant l'apprentissage autorégulé de la métacognition sont apparus à la fin des années 80. Depuis, le nombre de publications dans ce domaine n'a cessé d'augmenter et de s'étendre à différents contextes d'apprentissages et différentes populations d'apprenants. En 2001, une première revue de la littérature synthétisait les principaux modèles de l'apprentissage autorégulé (Puustinen & Pulkkinen, 2001). Depuis cet article, deux nouveaux modèles ont été développés : le modèle d'Hadwin en 2011 et celui d'Efklides, en 2011 également. Une récente revue de la littérature de Panadero (2017) retrace le développement des « anciens » modèles et l'apparition des « nouveaux » modèles.

1.1 Zimmerman et la perspective socio-cognitive

En présentant son premier modèle en 1989, Zimmerman est l'un des premiers auteurs à avoir publié sur l'apprentissage autorégulé (Panadero, 2017). Son premier modèle est inspiré du modèle triadique de cognition sociale (Bandura ; cité par Panadero, 2017). Il décrit les relations entre l'environnement d'apprentissage, le comportement de l'apprenant et l'apprenant lui-même. Selon Zimmerman (1986), l'autorégulation expliquerait comment un individu active, modifie, et soutient son apprentissage dans un contexte donné.

Dans une approche sociocognitive, l'apprentissage autorégulé implique un sentiment d'agentivité permettant aussi bien de réguler les processus émotionnels que comportementaux ou les sources d'influence socio-environnementale (Zimmerman, 1995). Le concept d'agentivité, issu de la théorie sociocognitive de Bandura (Cosnefroy, 2011), fait ici référence au fait que les individus placés dans une situation d'apprentissage sont acteurs de leur comportement. Ils n'agissent pas uniquement en réaction à des stimuli et/ou feedbacks positifs et négatifs issus de la situation d'apprentissage, mais adoptent une démarche d'anticipation pour apprendre.

Ainsi, l'apprenant qui anticipe les conséquences possibles de ses actions, se trouve dans une démarche proactive et non réactive. Cependant, lors de l'observation des résultats de ses actions, ou bien lorsqu'un évènement vient compromettre la réalisation adéquate du but fixé, l'apprenant peut alors entrer dans une démarche réactive pour adapter son comportement. Nous constatons que l'apprentissage résulte d'un va-et-vient constant entre des comportements proactifs et réactifs. Zimmerman (cité par Conesfroy, 2011) insiste sur cette « double facette de l'apprentissage autorégulé ». L'autorégulation réactive permet à l'individu d'analyser la situation afin de créer des buts et de planifier des stratégies lui permettant d'atteindre ce but. Dans une autorégulation réactive, le sujet peut s'adapter aux situations rencontrées et éventuels obstacles qui pourraient compromettre l'atteinte du but initialement fixé.

Dans son deuxième modèle, qui est le principal modèle actuellement utilisé, Zimmerman (2002) propose une structure de l'apprentissage autorégulé en trois phases :

- L'apprenant anticipe la tâche à accomplir,
- L'apprenant contrôle le déroulé de la tâche
- L'apprenant évalue sa production.

La première, appelée phase d'anticipation (*forethought phase*), se réfère aux processus et croyances qui apparaissent avant l'effort pour apprendre. Lors de cette première phase, l'apprenant analyse la tâche afin de définir un but et de planifier la mise en place de stratégies. La définition du but est, en partie, liée aux croyances de l'individu envers ses capacités à apprendre (le SEP intervient alors).

La seconde étape est appelée phase de performance (*performance phase*) et se réfère aux processus qui apparaissent durant la tâche. Les individus contrôlent le bon fonctionnement des stratégies sélectionnées lors de la phase précédente, les modifient si nécessaire et peuvent également expérimenter de nouvelles stratégies potentiellement plus efficaces.

La dernière étape, la phase d'introspection (*self-reflection phase*) implique des processus qui apparaissent après chaque effort d'apprentissage. Dans cette phase, l'apprenant attribue une cause au résultat obtenu et l'évalue en le comparant à ses performances antérieures, à celles d'une autre personne ou à une norme. Suite à l'évaluation de ce résultat, l'apprenant peut choisir une réponse défensive ou adaptative. Une réaction défensive permet de protéger l'estime de soi. Une réaction adaptative entraîne un ajustement des comportements dans le but d'augmenter l'efficacité des méthodes d'apprentissage. Cette

dernière étape, et notamment l'auto-évaluation du résultat par rapport aux résultats antérieurs, influence la phase d'anticipation d'une activité ultérieure. La réussite ou l'échec induira des modifications dans les croyances de l'individu ce qui le conduira à réorienter la sélection du but à atteindre. Ce modèle d'autorégulation est donc cyclique.

La particularité de son modèle est qu'il ne fut pas uniquement testé et utilisé au travers de situations d'apprentissage académique mais également au cours d'activités physiques comme le basketball ou le volleyball.

L'étude de Cleary et Zimmerman (2001) met en évidence le rôle de l'expertise dans l'utilisation d'un apprentissage autorégulé. Les joueurs de basketball jugés experts régulaient davantage leur activité que les joueurs non-experts et novices. En volleyball, des joueuses expertes déployaient davantage de comportements d'autorégulation (e.g. fixation de buts, planification, monitoring, auto-évaluation) que les joueuses novices (Kitsantas & Zimmerman, 2002).

L'apprentissage et l'entraînement des trois phases d'apprentissage autorégulé améliorerait significativement la performance de lancer de ballon de basketball chez les étudiants (Cleary, Zimmerman, & Keating, 2006). Lors d'une activité de lancer de ballon, les auteurs ont entraîné les étudiants à une, deux ou trois phases du modèle. Certains étudiants s'entraînaient uniquement au lancer de ballon sans recevoir de formation et d'autres ne pratiquaient ni le lancer ni la formation.

Les résultats montrent que les performances des étudiants augmentent conjointement au nombre de phases du modèle enseignées.

Dans les apprentissages scolaires, une différence entre apprenants en réussite et apprenants en moindre réussite est observée par DiBenedetto et Zimmerman (2010). Ils ont comparé 50 lycéens lors d'un cours de biologie. Les résultats montrent que les apprenants fortement en réussite utilisent davantage de sous-processus présentés dans le modèle de Zimmerman (2002) que leurs pairs.

Plusieurs outils de mesures de l'apprentissage autorégulé furent développés à partir du modèle de Zimmerman. Premièrement, une partie de son modèle a été élaborée lors de la validation du *Self-Regulated Learning Interview Schedule* (Zimmerman & Martinez-Pons, 1986, 1988 ; cités par Panadero, 2017). Deuxièmement, Magno (2010 ; cité par Panadero, 2017) a développé l'*Academic Self-Regulation Scale* à partir du modèle de Zimmerman (2002). Plus récemment, l'Echelle de Régulation Individuelle et Collective des Apprentissages fut développée en langue française (Kaplan, de Montalembert, Laurent, & Fenouillet, 2017). La spécificité de cette dernière échelle consiste à pouvoir évaluer la

régulation de l'apprenant en situation de groupe via la co-régulation des apprentissages. D'autre part, les auteurs de cette échelle ajoutent une dimension sur la prise de décision, moins présente dans le modèle de Zimmerman (Kaplan, 2009).

1.2 Boekaerts et le monde des émotions

Boekaerts est également une pionnière dans le champ de l'apprentissage autorégulé avec l'apparition de son premier modèle en 1991, peu de temps après celui de Zimmerman. Ses travaux sont principalement axés sur la fixation des buts d'apprentissage ainsi que sur le rôle de la régulation émotionnelle dans les apprentissages.

Le premier modèle de Boekaerts distingue deux mécanismes fondamentaux que sont la régulation cognitive et la régulation émotionnelle/motivationnelle. Ce modèle a ensuite évolué progressivement jusque dans les années 2000 pour devenir le *Dual Processing Self-regulation model* (Boekaerts & Cascallar, 2006). Il propose deux voies parallèles : une voie de la maîtrise (*mastery/growth pathway*) qui vise à augmenter nos connaissances et compétences et une voie du bien-être (*well-being pathway*) qui permet de protéger notre estime de soi (Figure 5).

Selon Boekaerts, l'apprentissage autorégulé viserait trois buts différents :

- a) étendre les connaissances et compétences personnelles,
- b) prévenir un conflit de soi et la perte de ressources,
- c) réorienter de la voie du bien-être à la voie de la maîtrise.

Dans le modèle de Boekaerts, la perception de l'activité et la fixation des buts qui en découle vont directement influencer le comportement de l'apprenant. Ainsi, si l'apprenant perçoit la tâche comme étant menaçante, il déploiera des stratégies favorisant la protection de l'estime de soi. L'apprentissage s'orientera donc dans la voie du bien-être pour maintenir un certain niveau d'estime de soi. A l'inverse, si la tâche est perçue par l'apprenant comme congruente avec l'objectif poursuivi et ne représente pas un danger pour soi, l'apprenant cherchera à augmenter ses compétences et connaissances en s'engageant sur la voie de la maîtrise. Néanmoins, il est tout à fait possible qu'un apprenant commence à apprendre en se situant dans la voie de la maîtrise puis bascule dans la voie du bien-être s'il détecte une difficulté ou un élément pouvant atteindre son estime de soi. Dans la voie de la maîtrise, l'apprenant met en place des processus top-down : il réalise la tâche en s'appuyant sur ses valeurs, ses besoins et ses objectifs personnels. L'objectif final étant d'améliorer ses compétences et connaissances. Dans la voie du bien-être, l'apprenant utilise des processus bottom-up : il met en place des stratégies pour protéger son estime de soi dans la mesure où le

but poursuivi n'est pas cohérent avec ses objectifs personnels. Le passage d'une voie à une autre peut être enclenché par une force externe (e.g. enseignant) ou interne.

A partir de ce modèle, Boekaerts développa une échelle intitulée *the On-Line Motivation Questionnaire* qui mesure la sensibilité à apprendre dans des situations concrètes (Boekaerts, 2002 ; cité par Panadero, 2017). Dans un premier temps, les participants doivent rapporter leurs sentiments, leurs pensées et l'effort qu'ils souhaitent déployer durant la tâche d'apprentissage. Puis, après la tâche, ils doivent reporter leurs ressentis et l'attribution de ces derniers. A partir de cette échelle, des différences liées au genre furent observées concernant la perception d'un problème de mathématiques (Boekaerts, 1994 ; Vermeer et al., 2001 ; cités par Panadero, 2017). Les garçons semblent exprimer un niveau de confiance et d'intérêt pour la tâche plus élevé que les filles. Ils sont également plus enclins à déployer des efforts et ressentent plus d'émotions positives. En 2006, Boekaerts et Rozenthal ont mené une série d'interventions visant à améliorer les connaissances métacognitives de lycéens et l'utilisation de stratégies profondes (cités par Panadero, 2017). Les résultats montrent que l'intervention avait un plus grand impact lorsque les élèves utilisaient déjà ce type de stratégies avant le début de l'étude. Boekaerts a également montré qu'en se sentant compétents pour réaliser l'activité avant même de la commencer, les individus activent davantage d'émotions positives pendant la tâche et déclarent avoir investi plus d'effort pour la réaliser.

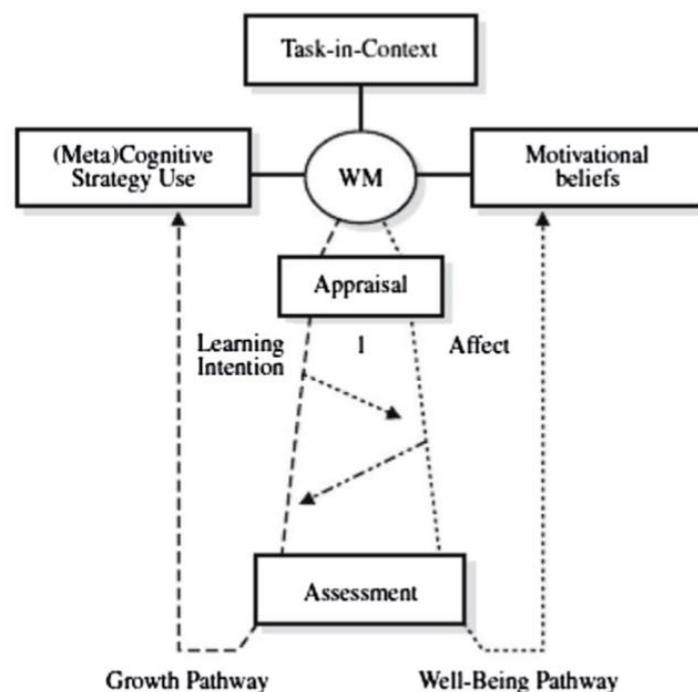


Figure 5. Le Dual-Pathway model de Boekaerts (2011).

1.3 Winne et Hadwin, une perspective métacognitive

Le modèle de Winne et Hadwin (1998 ; cité par Panadero, 2017) situe les apprenants autorégulés comme étant très actifs durant leurs apprentissages, en utilisant principalement des stratégies métacognitives (e.g. stratégies de monitoring). A l'exception du modèle d'Efklides (2011), ce modèle explore bien plus précisément que les autres les aspects cognitifs et métacognitifs de l'apprentissage autorégulé.

Nous retrouvons dans leur modèle une régulation de l'apprentissage en quatre temps. Dans un premier temps, l'apprenant se construit une représentation de la tâche à effectuer. Ensuite, il se fixe des objectifs et planifie la manière de les atteindre. Puis, il met en place les stratégies préalablement planifiées. Enfin, quand la tâche est terminée, l'apprenant peut décider de modifier ses stratégies, ses croyances ou sa motivation sur le long terme. Cette dernière étape représente la manifestation de processus métacognitifs. Ainsi, l'apprenant peut détecter des erreurs ou des éléments non efficaces de son apprentissage après le moment où se sont produites ses erreurs.

Dans chacune de ces phases, nous pouvons retrouver cinq facettes décrites par Winne et Hadwin (1998 ; cité par Panadero, 2017) :

- les conditions qui représentent les ressources disponibles de la personne ainsi que les caractéristiques de la tâche,
- les opérations qui sont tous les processus cognitifs,
- les stratégies et les tactiques utilisées par l'apprenant,
- les produits qui découlent de l'apprentissage (e.g. nouvelles connaissances acquises),
- les évaluations qui sont les feedbacks sur la distance entre les produits et les critères d'évaluations.

Elles peuvent être générées de manière interne par l'individu ou par une source externe comme l'enseignant ou un pair. Les critères d'évaluation sont appelés *standards* par Winne et Hadwin ; c'est par leur biais que les produits sont monitorés.

Contrairement au modèle de Boekaerts précédemment évoqué, le modèle de Winne et Hadwin (1998 ; cité par Panadero, 2017) n'évoque pas la régulation émotionnelle dans les apprentissages et survole le rôle de la motivation.

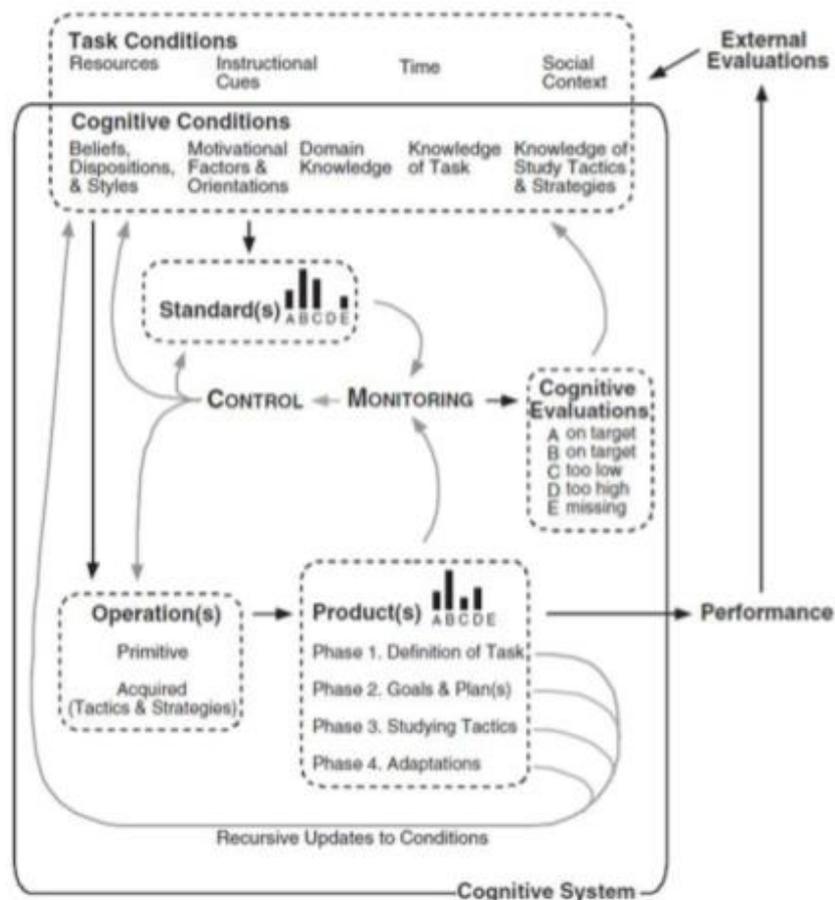


Figure 6. Modèle de Winne et Hadwin (1998 ; issu de Panadero, 2017).

1.4 Pintrich et l'apogée de la motivation

Pintrich est l'un des premiers auteurs à avoir étudié les liens entre cognition, motivation et apprentissage autorégulé (Panadero, 2017).

Comme la plupart des modèles, celui de Pintrich (2000 ; cité par Pintrich, 2004) distingue quatre phases d'apprentissage : l'anticipation, le monitoring, le contrôle et la réaction. Contrairement au modèle de Zimmerman, il distingue le monitoring du contrôle dans deux phases successives et non au sein d'une même phase. Au cours de chacune de ces phases, la régulation peut porter sur la cognition, la motivation et les affects, le comportement et le contexte. Par exemple, dans la phase d'anticipation, l'apprenant observe le contexte de la tâche pour y répondre de manière appropriée (contexte), active ses connaissances antérieures (activité sur les cognitions) et ses décisions sont influencées par son sentiment d'efficacité personnelle, notamment en ce qui concerne la fixation d'objectifs (motivation/affect). Dans la régulation des cognitions, Pintrich inclut le jugement d'apprentissage (*judgments of learning*)

et le sentiment de savoir (*feelings of knowing*) que nous avons évoqués dans le premier chapitre portant sur le contrôle cognitif.

En complément de son apport théorique dans le champ de l'apprentissage autorégulé, Pintrich a développé le MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*) qui est divisé en deux sections mesurant respectivement la motivation et les stratégies d'apprentissage (Pintrich, Smith, Garcia, & Mckeachie, 1993). Ce questionnaire serait le plus utilisé actuellement dans les recherches portant sur l'apprentissage autorégulé et le sentiment d'efficacité personnelle (Panadero, 2017).

1.5 Efklides et la métacognition

A l'instar du modèle de Winne et Hadwin (1998 ; cité par Panadero, 2017), celui d'Efklides (2011) qui est beaucoup plus récent, donne une place importante à la métacognition au sein de l'apprentissage autorégulé. Cependant, la motivation et les émotions ne sont pas mises à l'écart mais intégrées au modèle.

Le *Metacognitive and Affective Model of Self-Regulated Learning* (MASRL) présente deux niveaux : le macro-niveau qui comprend les caractéristiques personnelles de l'apprenant et le micro-niveau qui correspond à l'interaction entre le type de tâche et les caractéristiques individuelles des apprenants. Le macro-niveau est considéré comme un processus top-down dans la mesure où il se structure autour des objectifs de l'apprenant. Ces objectifs vont guider les processus cognitifs et l'intensité de l'effort fourni par l'apprenant au cours de la tâche. Ce niveau est influencé par les cognitions, les motivations, les représentations de soi, les affects, la volition et la métacognition. Le second niveau est bottom-up dans la mesure où les activités métacognitives prennent le contrôle sur les actions de l'apprenant en fonction des contingences de la tâche. Dans ce niveau, les actions sont moins conscientes et sont plus dépendantes de la tâche.

Le questionnaire sur les expériences métacognitives (*Metacognitive Experience Questionnaire* ; Efklides, 2002) a été conçu pour évaluer les jugements et sentiments portant sur les processus cognitifs. Efklides explora également les relations entre les expériences métacognitives et la performance ainsi que l'impact du niveau de difficulté d'une tâche sur ces expériences métacognitives (Panadero, 2017).

1.6 Hadwin, Järvelä et Miller : l'apprentissage collaboratif

Les travaux de ces auteurs permettent d'explorer la régulation des apprentissages dans un contexte social où les apprenants sont en interaction. Bien que la collaboration d'un groupe d'individus fournit un certain nombre d'avantages sur l'apprentissage, elle implique également des ressources cognitives, motivationnelles et sociales supplémentaires qui sont indispensables au bon déroulement de l'activité. En effet, lors d'une activité d'apprentissage, le groupe doit s'accorder sur l'objectif à atteindre, sur la démarche commune permettant d'atteindre cet objectif tout en partageant leurs points de vue et en négociant le choix de certaines stratégies (Hadwin, Oshige, Gress, & Winne, 2010). Contrairement au modèle d'Efklides et aux autres modèles centrés sur l'apprenant, le fait de collaborer sur un apprentissage ne peut pas être expliqué uniquement par les croyances ou les compétences d'un individu unique. Selon eux, il y aurait trois possibilités de régulation : l'autorégulation, la co-régulation et la régulation partagée. L'autorégulation comprend toutes les activités de régulation au niveau individuel que ce soit sur le plan cognitif, métacognitif, motivationnel, émotionnel ou comportemental. Cette régulation implique par répercussion une adaptation de l'interaction au sein du groupe. La co-régulation des apprentissages peut se définir comme l'ensemble des facilités et contraintes favorisant l'appropriation par les apprenants des contingences de la situation d'apprentissage (stratégie, réflexion, mise en pratique...) (Hadwin et al., 2017 ; cité par Panadero, 2017)⁴. La régulation partagée des apprentissages a lieu lorsque les décisions et les choix sont effectués en concertation par les membres du groupe. La mise en application de l'apprentissage se déroule suite à un certain nombre d'échanges par les membres du groupe. Dans la co-régulation des apprentissages, les comportements peuvent être guidés ou décidés par un ou plusieurs membres du groupe. La co-régulation et la régulation partagée des apprentissages peuvent se côtoyer durant une même tâche, les apprenants pouvant passer d'un fonctionnement à l'autre (Panadero & Järvelä, 2015).

L'apprentissage par une régulation partagée se déroule au cours de quatre boucles. Durant la première boucle, les apprenants négocient et se construisent une même représentation de la tâche basée sur les conditions internes et externes de la tâche. La seconde boucle consiste à échanger sur le ou les objectifs à atteindre ainsi qu'à établir le plan d'action. Ensuite, lors de la troisième boucle, les membres du groupe coordonnent leur collaboration et

⁴ *Collaborative learning* « refers broadly to affordances and constraints stimulating the students' appropriation of strategic planning, enactment, reflection, and adaptation » (Hadwin et al., 2017, p5 ; cité par Panadero, 2017).

surveillent l'avancée de l'activité. Si les apprenants du groupe constatent une inefficacité des stratégies déployées, ils peuvent, en concertation, modifier leur représentation de la tâche à accomplir, affiner l'objectif à atteindre et/ou modifier leurs stratégies. Dans la quatrième boucle, le groupe évalue sa performance en prévision d'une future situation d'apprentissage. Nous retrouvons dans ce type d'apprentissage les trois phases évoquées dans les précédents modèles sur l'apprentissage autorégulé, en particulier ceux de Zimmerman (2002) et Pintrich (2000 ; cité par Pintrich, 2004). La principale différence réside dans l'extension de la régulation individuelle, liée à la personne, à la régulation collective.

En conclusion, dans la co-régulation des apprentissages, nous pouvons observer un des membres du groupe endosser le rôle de leader alors que dans la régulation partagée de l'apprentissage, il s'agit plutôt d'une régulation conjointe de l'apprentissage lors de laquelle les objectifs et stratégies mises en place sont élaborés en concertation (Panadero & Järvelä, 2015).

1.7 Synthèse sur les modèles

Les six modèles présentés sont largement utilisés par les chercheurs et professionnels s'intéressant au domaine de l'apprentissage autorégulé. Les modèles de Zimmerman et de Pintrich sont les plus cités en raison de leur ancienneté mais également par la simplicité de compréhension de leur modèle respectif. De plus, ils s'adaptent très bien à l'environnement scolaire et peuvent être facilement utilisés par les professionnels de l'enseignement voire les apprenants eux-mêmes. Ces deux modèles ont l'avantage d'être légèrement plus complets quant à l'intégration de sous-processus au sein des différentes phases et de la prise en compte des processus motivationnels et émotionnels (Panadero, 2017).

Le principal point commun entre ces différents modèles réside dans le séquençage de l'apprentissage en différentes étapes se succédant et se répétant dans l'apprentissage suivant. L'apprentissage autorégulé est donc cyclique. Dans leur revue de littérature, Puustinen et Pulkkinen (2001) identifient trois phases cycliques : une première phase de préparation lors de laquelle les apprenants, seuls ou en groupe, analysent la tâche, se fixent un ou des objectifs d'apprentissage et planifient leurs actions ; une seconde phase ayant lieu pendant le temps d'apprentissage où les apprenants supervisent l'avancée de leur travail et adaptent, si nécessaire, leurs stratégies ; une troisième phase réflexive durant laquelle les apprenants évaluent le déroulement d'un premier apprentissage puis choisissent de modifier ou non leurs stratégies lors d'un apprentissage ultérieur. Seul le modèle d'Efklides (2011) ne propose pas réellement de phases d'apprentissage.

La principale différence entre ces modèles repose sur la distinction plus ou moins présente entre les phases et les processus apparaissant dans chacune de ces phases. Une nouvelle fois, les modèles de Zimmerman et de Pintrich se distinguent des autres. Le principal avantage de cette franche distinction est de faciliter la mise en place d'intervention centrée sur l'un de ces processus (e.g. monitoring ou fixation des objectifs). Cependant, les modèles de Winne et Hadwin, d'Efklides, et de Boekaerts présentent l'avantage de matérialiser l'apprentissage autorégulé dans une dynamique plus continue (Panadero, 2017).

2. L'apprentissage autorégulé de l'enfance à l'âge adulte

Pendant longtemps, les jeunes enfants étaient considérés comme étant incapables de réguler leurs apprentissages en raison de capacités métacognitives insuffisantes (Shunk, 2001 ; cité par Vandavelde, Vandebussche, & Van Keer, 2012). Ces dernières ne devaient se développer que vers l'âge de 8 ou 10 ans et permettraient alors l'émergence d'une régulation active (Alexander, Carr, & Schwanenflugel, 1995 ; Veenman, van Hout-Wolters, & Afflerbach, 2006 ; cités par Vandavelde, Van Keer, & Rosseel, 2013). La plupart des chercheurs s'accordaient pour dire que les enfants de moins de 10 ans auraient des difficultés à coordonner les processus cognitifs et métacognitifs requis pour compléter une tâche complexe (Pressley, Forest-Pressley, Elliot-Faust, & Miller, 1985 ; cités par Perry, 1998). Selon Demetriou (2009 ; cité par Vandavelde et al., 2013), une planification approfondie de la tâche et qui implique les stratégies et comportements nécessaire à l'atteinte des objectifs ne serait pas présente avant l'âge de 9 ans. La gestion du temps et de la procrastination resterait compliquée pour les collégiens (Dembo & Eaton, 2000).

Ainsi, la majorité des études portant sur l'apprentissage autorégulé se focalise sur la période allant de l'entrée dans le secondaire jusqu'aux études supérieures. Le manque de recherche sur le développement de l'apprentissage autorégulé en élémentaire est donc criant. Plus récemment, quelques chercheurs se sont intéressés aux enfants et ont évoqué la possibilité que les enfants pourraient autoréguler leurs apprentissages et amélioreraient cette régulation au cours de leur scolarité (Dignath & Büttner, 2008 ; Perry et al., 2004 ; cités par Vandavelde et al., 2012 ; Annevirta & Vauras, 2006 ; Schneider & Lock, 2002, Whitebread et al., 2009 ; Wigfield, Klauda, & Cambria, 2011 ; cités par Vandavelde et al., 2013). Selon ces études, l'apprentissage autorégulé se développerait dès la maternelle et les premières années d'élémentaire avant de se fortifier au cours de la scolarité. Nous verrons que l'évolution de certaines croyances motivationnelles telles que le sentiment d'efficacité personnelle ou la perception de l'effort influencent le développement de la régulation des apprentissages.

L'évolution de ces représentations modifierait principalement l'engagement dans l'activité d'apprentissage et le choix des stratégies.

2.1 Une évolution progressive

Dans une perspective sociocognitive, l'apprentissage autorégulé se développerait progressivement en suivant quatre niveaux (Zimmerman, 2001 ; Vandavelde, Van Keer, & Merchie, 2016). Le premier niveau est une phase d'observation lors de laquelle l'apprenant observe de manière implicite un modèle comme l'enseignant ou un parent. Le second niveau est une phase d'imitation où l'apprenant reproduit les comportements du modèle, reçoit des feedbacks et des conseils sur sa progression et la marche à suivre. Ensuite, l'apprenant accéderait à un niveau d'autocontrôle favorisant la mise en place de comportements d'autorégulation dans un cadre structuré. Le dernier niveau, le niveau d'autorégulation, permet une utilisation adaptative des comportements et stratégies d'autorégulation en fonction des contingences environnementales et personnelles.

Chaque transition scolaire telle que le passage de l'école élémentaire au collège ou celui du collège au lycée entraîne un réajustement des stratégies d'autorégulation et des croyances envers l'école et les apprentissages (Paris & Newman, 1990). En particulier, l'adolescence semble être une phase de transition critique dans le développement de l'apprentissage autorégulé (Vandavelde et al., 2016). L'entrée dans le secondaire nécessite de la part des apprenants de s'adapter à un environnement moins structuré (i.e. diversité des enseignants, exigences différentes en fonction des disciplines) et demandant une plus grande autonomie d'apprentissage. En parallèle, certaines de leurs croyances évoluent, comme le SEP, et entraînent des modifications importantes de leur perception des apprentissages (Vandavelde et al., 2016). L'évolution de ces processus motivationnels et métacognitifs, ainsi que certaines pressions sociales des pairs, vont moduler l'expression de l'effort chez les adolescents (Paris & Newman, 1990).

Dès l'entrée à la maternelle, les enfants se construisent une représentation mentale du monde scolaire empreint de croyances épistémiques qui moduleront leur rapport au savoir. Par exemple, les jeunes enfants exposent des théories naïves les poussant à choisir des objectifs non appropriés, à percevoir l'effort comme une vertu menant assurément à la réussite et à chercher de l'aide. Paris et Newman (1990) ont établi une revue de la littérature regroupant les études portant sur l'évolution de ces croyances entre 5 et 18 ans. Ces études démontrent une évolution progressive des croyances au cours de la scolarité. Tout d'abord, il apparaît que les jeunes enfants confondent les performances académiques avec la mise en

place d'un comportement socialement attendu. Ainsi, lorsqu'ils sont interrogés pour décrire le profil d'un bon élève, les enfants de maternelle décrivent certains traits comportementaux tels que « il reste assis sur sa chaise », « il obéit » ou « il n'embête pas les autres enfants » (Stipek & Tannatt, 1984 ; cité par Paris & Newman, 1990). A partir du CP, les enfants jugeraient les performances des autres enfants par leur capacité à s'exprimer et par la fréquence des remarques négatives reçues (Blumenfeld, Pintrich, Meece, & Wessels, 1982 ; cité par Paris & Newman, 1990). Progressivement, les enfants considèrent qu'essayer à plusieurs reprises, faire des efforts, recevoir des remarques positives de la part de l'enseignant et/ou finir des tâches scolaires sont autant d'indicateurs attestant d'un haut niveau de performance académique. Selon eux, l'effort conduirait assurément à la réussite. Néanmoins, les enfants de 7 à 8 ans réfléchiraient encore peu à leurs propres performances, évalueraient et contrôleraient moins leurs capacités cognitives par rapport aux enfants de 11 à 12 ans (Paris & Newman, 1990). Ces derniers utiliseraient des critères plus diversifiés pour évaluer leurs compétences. A partir de 12 ans, la perception de l'effort évolue. Les jeunes adolescents imaginent progressivement que les individus ont un niveau d'intelligence figé et que leurs capacités dépendent peu du niveau d'effort fourni (Paris & Newman, 1990). La perception des résultats de leurs apprentissages sera modifiée par cette conception de l'intelligence. Par exemple, un échec sera davantage attribué à une cause externe (e.g. « le contrôle était trop difficile » ou « le prof est nul ») qu'attribué à une cause interne pouvant être rectifiée lors d'un apprentissage ultérieur (e.g. « je ne m'étais pas assez entraîné sur ce type d'exercice »). Alors que les enfants perçoivent l'effort comme un moyen d'accéder à la réussite, les adolescents le considèrent comme un moyen de compenser de faibles capacités. Ainsi, réussir en travaillant beaucoup est perçu plus négativement que de réussir avec un moindre effort (Nicholls, 1984 ; Paris & Newman, 1990). Cette perception de l'effort modifie également la recherche d'aide en cas de difficulté. Les adolescents évitent généralement d'avoir recours à l'aide de l'enseignant dans la mesure où ils perçoivent ce dernier comme intervenant auprès des apprenants les moins aptes. Néanmoins, les comportements de recherche d'aide augmentent au fur à mesure que l'enfant grandit et que ses théories sur le rôle de l'enseignant évoluent. Les élèves de CE2, CM2 et 5^{ème} se jugeant comme compétents ont davantage recours à l'aide que leurs camarades se sentant moins compétents (Newman, 1990 ; Paris & Newman, 1990). Une différence est cependant observée entre les enfants les plus jeunes et les plus âgés. Les plus jeunes ont recours à l'aide pour obtenir l'attention et l'approbation de l'enseignant tandis que les plus âgés cherchent à relever un défi et obtenir des avantages à long terme dans la maîtrise de l'activité. Comme nous le verrons ultérieurement, l'environnement scolaire

influence aussi la recherche d'aide. Les classes dans lesquelles les apprentissages coopératifs sont valorisés favorisent la demande d'aide et le soutien entre les différents intervenants, élèves comme enseignants.

Zimmerman et Martinez-Pons (1990) avaient montré dans une étude portant sur les élèves de CM2, 4^{ème} et 1^{ère} que le sentiment d'efficacité personnelle avait une répercussion importante sur les performances académiques. Ce résultat est retrouvé par Chung (2001) dans une étude où l'auteur investigate les tendances développementales des élèves de CM2, 4^{ème} et 1^{ère} sur le plan de l'apprentissage autorégulé. Dans cette étude, le sentiment d'efficacité personnelle semble être le facteur ayant le plus de poids dans la réussite académique quel que soit le niveau scolaire étudié. L'auteur constate également qu'en CM2 le rôle de l'enseignant est encore indispensable à l'amélioration des performances scolaires dans la mesure où les enfants de cet âge présentent des capacités de contrôle et de régulation limitées.

En conclusion, l'apprentissage autorégulé se développerait dès les premières années d'école et se modifierait progressivement au cours de la scolarité. L'évolution des croyances envers les apprentissages serait un indicateur de l'amélioration des comportements de régulation des apprentissages. Néanmoins, nous allons maintenant constater que l'environnement scolaire joue un rôle majeur dans le développement de la régulation des apprentissages.

2.2 Un environnement propice

Les recherches récentes indiquent que les stratégies d'autorégulation ne se développeraient pas spontanément mais leur apparition serait facilitée par un entraînement et/ou un accompagnement particulier (Schneider, 2008 ; Askill-Williams, Lawson, & Skrzypiec, 2012 ; cité par Vandeveld, Van Keer, Schellings, & Van Hout-Wolters, 2015). Ainsi, et comme nous l'avons déjà mentionné, l'environnement scolaire peut favoriser ou non l'émergence et le développement d'un apprentissage autorégulé. Deux études, de Purdie (1995 ; cité par Chung, 2001) et de Purdie et Hattie (1996 ; cité par Chung, 2001), se sont concentrées sur le rôle de l'environnement dans le développement de l'apprentissage autorégulé. Les auteurs ont constaté une différence culturelle importante entre des étudiants japonais et australiens. La fréquence des relectures d'un texte est plus importante chez les étudiants japonais que chez les étudiants australiens. La principale différence observée entre ces deux environnements éducatifs est que la présence de l'adulte ou de l'enseignant est moins importante au Japon qu'en Australie. Ce résultat confirme que l'environnement scolaire jouerait un rôle important dans le développement de stratégies d'autorégulation.

Selon Lombaerts, Engels et Van Braak (2009 ; cité par Vandeveldé et al., 2012), le développement de l'apprentissage autorégulé dans l'environnement scolaire varierait selon trois niveaux : l'enseignant, la classe et l'école.

2.2.1 L'enseignant

Les recherches montrent que les élèves ne développent pas spontanément un apprentissage bien régulé (Boekaerts, 1997 ; Shunk, 2001 ; cités par Vandeveldé et al., 2012 ; Vandeveldé et al., 2015) et que les enseignants jouent un rôle primordial dans ce développement (Dembo & Eaton, 2000). Plusieurs facteurs peuvent moduler leur investissement à promouvoir l'autorégulation des apprentissages. Tout d'abord, leurs propres croyances vis-à-vis des apprentissages influent sur leur manière de concevoir la classe. Hermans et al. (2008 ; cité par Vandeveldé et al., 2012) distingue deux formes de croyances : les croyances transmissives et les croyances développementales. Les enseignants ayant une croyance développementale considèrent l'éducation comme un vecteur de développement personnel dans lequel la manière d'apprendre est variée. Ils favorisent la construction du savoir à la transmission du savoir. A l'inverse, les enseignants ayant une croyance transmissive pensent que les résultats sont le principal critère de l'éducation. Dans les classes où les enseignants ont une croyance développementale, les enfants sont perçus comme étant les principaux acteurs de leurs apprentissages et de leur développement personnel. Cette conception ne serait pas retrouvée chez les enseignants ayant une croyance transmissive.

Par ailleurs, la capacité des enseignants à autoréguler leur pratique professionnelle serait également un facteur de développement de l'apprentissage autorégulé (Lombaerts et al., 2009 ; cité par Vandeveldé et al., 2012). Si l'enseignant est lui-même incapable de réguler ses apprentissages et sa propre pratique, il semble peu probable qu'il puisse constituer un modèle de régulation pour les enfants et qu'il soit en mesure de stimuler ce développement.

Dans une étude visant à mieux comprendre le rôle de l'enseignant dans le développement de l'apprentissage autorégulé, Vandeveldé et al. (2012) ont fait passer plusieurs questionnaires à des enseignants dont l'un évalue les croyances développementales ou transmissives (*The Beliefs about Primary Education Scale* [BPES], Hermans et al. 2008 ; cité par Vandeveldé et al., 2012) et un autre évalue le niveau d'autorégulation promu par les enseignants dans leur pratique (*The Self-Regulated Learning Inventory for Teachers* [SRLIT], Lombaerts, Engels, & Athanasou, 2007 ; cité par Vandeveldé et al., 2012). Les résultats de cette étude confirment que les enseignants engagés dans des croyances développementales ont une pratique favorisant davantage l'apprentissage autorégulé que les enseignants engagés

dans une croyance transmissive des apprentissages. De plus, les enseignants considérant l'apprentissage autorégulé comme un concept important dans l'éducation, rapportent de nombreux comportements favorisant la régulation des apprentissages au cours des phases d'exécution et d'autoévaluation.

Les principales barrières évoquées par les enseignants sont le manque de temps, la pression liée au programme, et la diversité des apprenants. L'âge des plus jeunes apprenants ainsi que l'effectif au sein de la classe sont également évoqués dans les freins à l'apprentissage autorégulé. La pression des parents quand elle est orientée sur les performances et non sur les processus d'apprentissages peut aussi gêner la mise en place d'un apprentissage autorégulé. Les résultats de cette étude confirment également ceux avancés par Lombaerts et al. (2009, cité par Vandeveld et al., 2012) concernant le rôle de l'école. Les enseignants évoquent l'importance d'une bonne entente et d'une même direction pédagogique au sein de l'école pour favoriser l'apprentissage autorégulé au sein de la classe. La principale difficulté évoquée par les enseignants est leur propre réticence à changer leurs pratiques pédagogiques.

2.2.2 La classe

D'après Perry (1998), plusieurs élèves de CE1 et CE2 présentent des difficultés à juger la façon dont ils usent de comportements permettant de réguler leurs apprentissages. Les croyances, valeurs et attentes de ces enfants vis-à-vis de la production d'écrits ainsi que la régulation des comportements écrits ont été étudiées à travers l'évaluation d'un *port-folio* et de la structure éducative dans laquelle ils évoluent (Perry, 1998). Son étude montre que l'environnement classe joue un rôle primordial dans le développement des capacités régulatrices des apprentissages. Les enfants scolarisés dans des classes offrant la possibilité de choisir, de collaborer avec ses pairs et/ou d'évaluer le travail adoptent des attitudes et des compétences caractéristiques des apprenants bien régulés (e.g. recherche d'aide). A l'inverse, dans les classes favorisant moins l'apprentissage autorégulé, les enfants développent des attitudes défensives voire d'auto-handicap. Par ailleurs, les classes dans lesquelles les apprentissages coopératifs sont valorisés favorisent la demande d'aide et le soutien entre les différents intervenants, élèves comme enseignant (Paris & Newman, 1990).

Par ailleurs, le pourcentage d'élèves en difficulté au sein de la classe ne semble pas impacter la mise en place de la régulation des apprentissages contrairement au niveau scolaire de la classe (Vandeveld et al., 2012). Les auteurs constatent une occurrence plus importante des pratiques autorégulatrices dans les classes les plus hautes (CM1-CM2). Les enseignants

de ces classes percevraient l'apprentissage autorégulé comme un moyen de préparer leurs élèves à l'entrée dans le secondaire. A l'inverse, les enseignants des petites classes (CP-CE1) percevraient leurs élèves comme étant trop jeunes pour s'autoréguler et investiraient donc moins cette ressource éducative (Dembo & Eaton, 2000). Perry (1998) évoque l'importance de développer des outils plus solides pour évaluer la motivation et l'apprentissage autorégulé des jeunes enfants.

2.2.3 L'école

L'établissement scolaire peut également faciliter le développement de l'apprentissage autorégulé si l'équipe pédagogique intègre cette direction dans son projet éducatif. Ainsi, les enseignants seront plus sensibles à cet aspect développemental et progressif au fur et à mesure de l'avancée des enfants dans les différents niveaux de classes (Abrami, Poulsen, & Chambers, 2004 ; cités par Vandeveldé et al., 2012). De même, un établissement scolaire dans lequel une bonne collaboration existe entre les enseignants est généralement un facteur favorisant le développement de l'apprentissage autorégulé dans les classes (Abrami et al., 2004 ; cité par Vandeveldé et al., 2012). Par ailleurs, la communication entre toutes les parties prenantes, les attentes des parents concernant l'enseignement et les apprentissages, ainsi que l'organisation de l'école (e.g., emploi du temps, effectif de classe, matériel disponible) influencent le développement de l'apprentissage autorégulé (Lombaerts et al., 2009 ; cité par Vandeveldé et al., 2012).

2.3 Hétérorégulation, une forme de régulation des apprentissages spécifiques aux novices

L'hétérorégulation est un comportement d'étayage, de soutien et de médiation à la régulation par un expert (adulte, enseignant ou pair plus avancé). Ce type de régulation peut être rencontré lors de situations interactives d'apprentissage dans lesquelles l'apprenant n'est pas encore pleinement autonome dans ses apprentissages (Nader-Grobois, 2007).

Dès 1983, Bruner décrivait des étapes du processus d'étayage par l'adulte pour accompagner les apprentissages de l'enfant. Premièrement, éviter les distractions pour une meilleure attention de l'enfant. Deuxièmement, préciser le but et mettre à disposition des moyens concrets pour la réalisation de la tâche. Troisièmement, rendre la tâche accessible suivant le succès de l'enfant. Quatrièmement, laisser de plus en plus la responsabilité à l'enfant de résoudre la tâche en l'encourageant de ses efforts et réussites. Les travaux de

Vygotsky sur la zone proximale de développement⁵ mettaient également en avant l'importance de la dyade adulte-enfant dans l'évolution des comportements d'apprentissage.

L'interaction entre l'expert et l'enfant doit être considéré dans une dynamique interactive où le comportement hétérorégulateur de l'expert et le comportement autorégulateur de l'enfant s'adaptent et évoluent (Nader-Grobois, 2007). En effet, les performances de l'apprenant vont influencer le comportement de l'expert qui pourra offrir plus ou moins de soutien en fonction des difficultés rencontrées par l'apprenant. Au cours d'une session d'apprentissage, l'hétérorégulation des adultes diminue au fur et à mesure que l'autorégulation des enfants augmente (Nader-Grobois, Normandeau, Ricard-Cossette, & Quintal, 2008). Par exemple, plus les enfants identifient leurs erreurs et ajustent leur comportement, moins les parents interviennent. Ainsi, des enfants dont les parents adoptent un comportement congruent en fonction des réussites ou échecs, obtiennent de meilleurs résultats et s'engagent davantage dans l'activité (Pratt, Green, MacVicar, & Bountrogianni, 1992 ; Nader-Grobois, 2007).

Un modèle intégratif de l'autorégulation et de l'hétérorégulation fut développé par Nader-Grobois (2007) en s'inspirant de la dynamique triadique de l'apprentissage proposé par Zimmerman (2000). Ce modèle intègre à la fois les ressources socio-environnementales, personnelles et matérielles (Figure 7). Trois degrés d'hétérorégulation sont présentés :

- Les stratégies hétérorégulatrices cognitives qui se situent au niveau de l'autorégulation comportementale. Elles visent à préciser et rappeler le ou les objectifs de la tâche, accompagner la planification et la mise en place de stratégies, réactiver ou maintenir l'attention et soutenir l'évaluation.
- Les stratégies hétérorégulatrices socio-communicatives qui se situent au niveau de l'autorégulation environnementale. Elles comprennent toutes les sollicitations et réponses à l'attention conjointe, la gestion de l'environnement matériel, et le soutien de la régulation comportementale.
- Les stratégies hétérorégulatrices motivationnelles qui se situent au niveau de l'autorégulation personnelle. Leur objectif est de soutenir la motivation et d'accompagner la régulation émotionnelle.

⁵ Zone représentant la différence entre le niveau de problème pouvant être résolu par l'enfant seul et sa capacité à le résoudre avec l'aide d'un adulte (Vygotsky, 1978).

Autorégulation

Sous-tendue par les caractéristiques et compétences individuelles

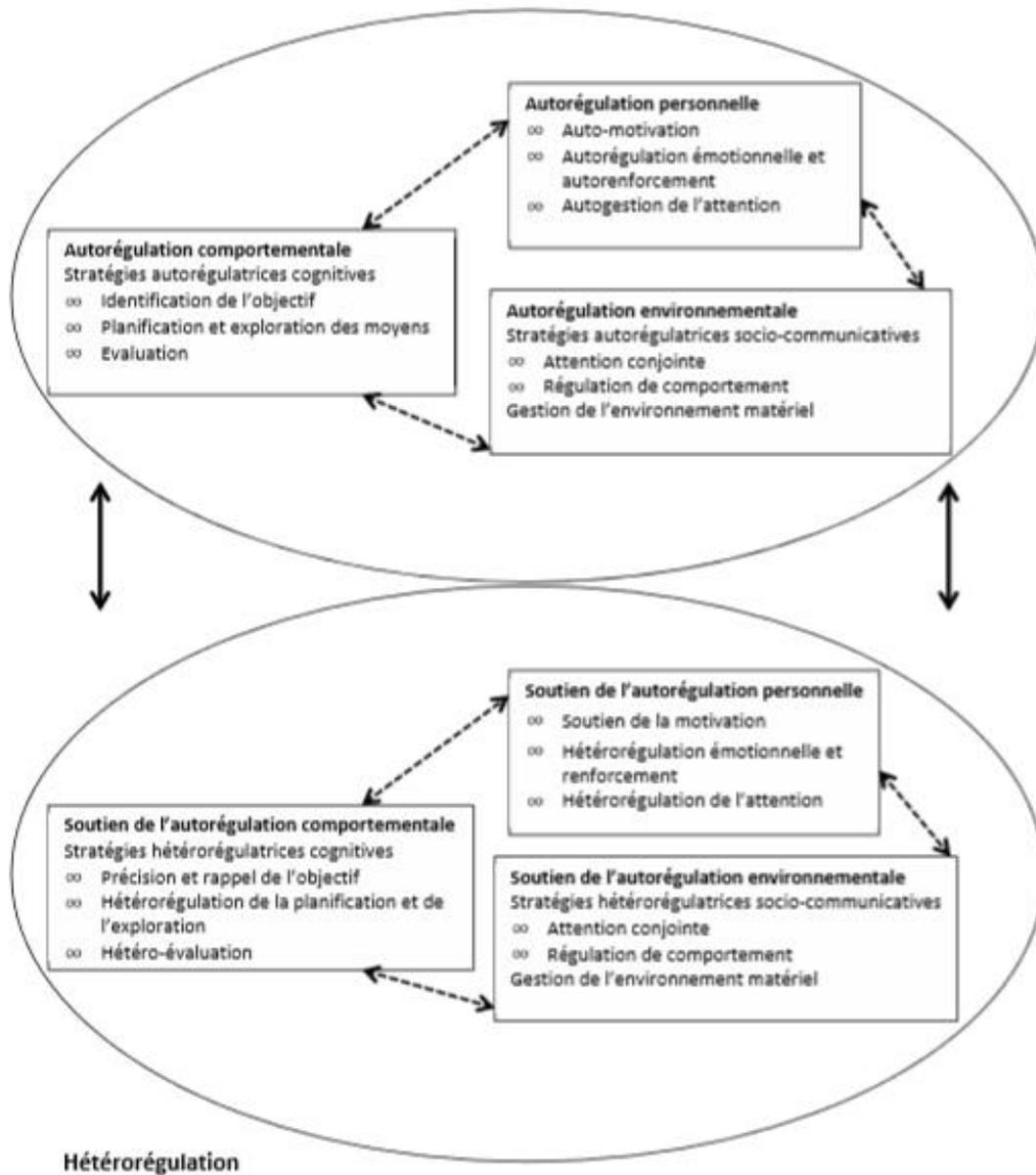


Figure 7. Modèle intégratif de l'autorégulation et de l'hétérorégulation (Nader-Grobois, 2007).

2.4 Les outils de mesure de l'apprentissage autorégulé

2.4.1 Mesures on-line ou mesures off-line

Nous pouvons principalement distinguer deux types de mesures de l'apprentissage autorégulé : les mesures dites *on-line* et les mesures dites *off-line*. Les premières permettent de récolter les données au cours de la tâche d'apprentissage donc au moment où l'apprenant

traite les informations. A l'inverse, les mesures *off-line* recueillent les données en dehors de l'activité d'apprentissage. L'apprenant doit ainsi exprimer ce qu'il pense effectuer lorsqu'il est confronté à un apprentissage.

Dans les mesures *on-line*, les protocoles utilisés sont principalement les protocoles de « penser à voix haute » (thinking aloud), l'observation ou l'enregistrement de l'activité de l'apprenant sur l'ordinateur ou grâce à d'autres types d'outils (e.g. eye-tracker, temps de pause dans l'écrit). La méthode de « penser à voix haute » présente le désavantage de ne pas être adaptée à des enfants très jeunes qui ne seraient pas encore en mesure de verbaliser leurs pensées au moment où elles surviennent (Vandeveld et al., 2013). Leurs capacités en vocabulaire ne seraient pas suffisamment riches pour exprimer leurs pensées spontanées (Boekaerts & Corno, 2005 ; cité par Vandeveld et al., 2013). De plus, ce travail peut surcharger la mémoire de travail et donc interférer dans la performance à la tâche (Whitebread et al., 2009 ; cité par Vandeveld et al., 2013). L'observation permet en partie de résoudre ce problème rencontré avec les jeunes enfants. Néanmoins cette solution n'est pas idéale dans la mesure où elle ne permet que d'observer ce qui est visible comme les réponses comportementales mais elle ne permet pas d'identifier les processus sous-jacents tels que la prise de décision ou les activités de monitoring (Veenman, 2005 ; Veenman, 2011 ; cité par Vandeveld et al., 2013). Ces mesures *on-line* sont également très coûteuses en temps et compliquées à mettre en place. Ainsi, il est difficile de les appliquer à un échantillon important.

Les mesures *off-line* consistent en la passation de questionnaires ou d'entretiens permettant de revenir sur les processus utilisés et/ou conscientisés durant l'activité d'apprentissage. Ces mesures sont plus faciles d'utilisation que les mesures *on-line* et ne perturbent pas la tâche (van Hout-Wolters, 2009 ; cité par Vandeveld et al., 2013). Néanmoins, les mesures *off-line* sont sensibles à d'autres biais. En particulier, les apprenants peuvent sous ou surestimer l'utilisation de certaines stratégies d'apprentissage autorégulé. De même, elles sont plus sensibles au biais de désirabilité sociale ; un apprenant peut savoir ce qui est attendu sans pour autant mettre en place ce comportement dans la réalité. Ainsi, des études ont montré de faibles corrélations entre les réponses des apprenants aux questionnaires et leurs comportements observés (Boekaerts & Corno, 2005 ; Cromley & Azevedo, 2006 ; Schellings & van Hout-Wolters, 2011 ; van Hout-Wolters, 2009 ; Veenman, 2011 ; cités par Vandeveld et al., 2013). D'autre part, les questionnaires demandent de se rappeler des stratégies ou des pensées ayant eu lieu antérieurement. L'individu doit donc faire appel à sa mémoire à long terme avec tous les risques de distorsions et d'oublis que cela implique

(Boekaerts & Corno, 2005 ; McNamara, 2011 ; Nisbett & Wilson, 1977 ; Schellings, 2011 ; Wirth & Leutner, 2008 ; cités par Vandeveldel et al., 2013). Cependant, un des avantages de ce type de mesure est d'évaluer la perception des apprenants vis-à-vis de leurs apprentissages autorégulés ou non.

Ainsi, chaque mesure qu'elle soit *on-line* ou *off-line* présente des avantages et des inconvénients. De plus, elles permettent de mesurer et de recueillir différents types de données. Il est donc conseillé de combiner plusieurs mesures différentes (Vandeveldel et al., 2013).

2.4.2 Les outils disponibles

Comme nous l'avons évoqué, les enfants ont longtemps été considérés comme incapables de réguler leurs apprentissages. De ce fait, les outils de mesure et notamment les questionnaires sont quasiment inexistant dans la tranche d'âge des 6 à 11 ans. Jusqu'à très récemment, il existait peu de questionnaires en dehors de la *Junior Metacognitive Assessment Inventory* (Sperling, Howard, Miller, & Murphy, 2002) qui évalue les capacités métacognitives et du *Patterns of Adaptive Learning Scales* ([PALS] ; Midgley et al., 2000) qui mesure l'orientation des buts.

Plus récemment, Vandeveldel et al. (2013) ont développé le *Children's Perceived use of Self-Regulated Learning Inventory* [CP-SRLI] qui est une échelle auto-rapportée sur l'apprentissage autorégulé. Cette échelle, destinée aux élèves de CM2 et 6^{ème} et développée en néerlandais, est axée sur la régulation des apprentissages au moment des devoirs. Les devoirs sont définis comme des tâches assignées par l'enseignant et devant être réalisées en dehors du temps scolaire (Cooper, 1989 ; cité par Bembenuddy, 2011). La construction de l'échelle est basée sur le modèle de l'apprentissage autorégulé de Pintrich (2004) et ces neuf composantes : orientation des buts, planification, motivation, auto-efficacité à réguler ses apprentissages, monitoring, stratégies d'apprentissages, persévérance, stratégies motivationnelles, et autoévaluation. Elle contient 75 items évalués par une échelle de Likert en cinq points.

A partir de l'entrée dans le secondaire, plusieurs échelles sont à la disposition des chercheurs pour mesurer l'apprentissage autorégulé des collégiens, lycéens et étudiants du supérieur. Nous ne présenterons pas ici l'ensemble de ces échelles mais uniquement deux échelles validées en langues françaises.

L'Echelle de Régulation Individuelle et Collective des Apprentissages ([ERICA] ; (Kaplan et al., 2017) évalue la capacité des étudiants à réguler et co-réguler leurs

apprentissages. Cette échelle a été construite à partir du modèle de Zimmerman (2002) et de Kaplan (2009). Ce dernier ajoute une phase de prise de décision entre la phase d'autoévaluation et la phase d'anticipation de la tâche suivante. Cette étape reflète les processus métacognitifs mis en œuvre pendant la phase d'autoévaluation. L'échelle contient six dimensions intégrées à ces quatre phases d'apprentissage.

Cosnefroy, Fenouillet, Maze, et Bonnefoy (2018) ont validé une échelle davantage adaptée aux collégiens et lycéens. Cette échelle est particulièrement intéressante pour évaluer les dysfonctionnements de la régulation des apprentissages. Ainsi, des items reflètent directement la difficulté à organiser son travail scolaire ou à maintenir ses efforts dans la durée.

3. Réguler, oui mais comment ?

3.1 Les stratégies d'apprentissage autorégulé

Cosnefroy (2011) distingue deux types de stratégies d'autorégulation : les stratégies favorables et les stratégies défavorables aux apprentissages. Parmi les stratégies favorables, nous pouvons identifier :

- Les stratégies cognitives et métacognitives ayant pour fonction d'optimiser le traitement de l'information en agissant sur l'organisation et la mémorisation. L'apprenant peut, par exemple, répéter l'information telle qu'elle a été transmise (e.g. lire-répéter-réciter, apprendre par cœur, souligner, surligner, recopier...), organiser l'information (e.g. repérer des points communs entre différents éléments, classer, hiérarchiser, résumer ou représenter les informations sous forme de tableau ou de schéma), élaborer l'information en mettant en lien les nouvelles connaissances avec les connaissances antérieures (e.g. reformuler, trouver des exemples, imaginer des applications, créer une image mentale...). En utilisant des stratégies de répétition, l'apprenant ne fait que reproduire l'information alors qu'en utilisant des stratégies d'organisation et d'élaboration, l'apprenant intervient activement sur l'information en la transformant afin de la structurer et/ou de créer des liens. Les stratégies de répétition sont des stratégies dites de surface tandis que les stratégies d'organisation et d'élaboration renvoient à des stratégies dites profondes (Marton & Säljö, 1976). Les caractéristiques motivationnelles de l'apprenant

sont à la base de ce choix de stratégies. Ainsi, les stratégies profondes traduisent l'engagement dans la tâche et l'intérêt de l'apprenant, alors que les stratégies de surface relèvent d'une motivation extrinsèque, voire de la peur de l'échec (Entwistle & McCune, 2004).

- Les stratégies volitionnelles qui ont pour objectif de protéger l'intention d'apprendre d'activités concurrentes. Elles facilitent le maintien des stratégies et de l'engagement dans la tâche.

Les stratégies défavorables aux apprentissages sont une facette particulière des stratégies d'apprentissage. Nous pouvons aussi les appeler stratégies défensives. Leur principal objectif n'est pas tant de progresser dans l'activité mais de veiller à protéger l'estime de soi. Ainsi, elles se mettent en œuvre quand la situation d'apprentissage représente une menace pour l'estime de soi. Néanmoins, ces stratégies défensives ne sont pas systématiquement défavorables aux apprentissages et sont une part intégrante de l'apprentissage autorégulé (Cosnefroy, 2011). Il existe un cas particulier de stratégies défensives appelées « pessimisme-défensif » qui favorise l'apprentissage (Norem & Cantor, 1986a, 1986b ; cité par Cosnefroy, 2011). Cette stratégie, lorsqu'elle est utilisée de manière consciente et contrôlée par certains apprenants, entraîne des performances comparables voire supérieures aux autres apprenants.

Sur ce dernier point, tous les auteurs ne sont pas d'accord sur l'utilisation consciente ou non consciente des stratégies d'autorégulation (Covington, 1992 ; Rhodewalt & Vohs, 2005 ; cités par Cosnefroy, 2011).

3.2 Entre automatisme et conscientisation

L'autorégulation résulte d'une relation entre un effort conscient et des processus automatiques non conscients (Cosnefroy, 2011). Cette relation peut être complémentaire, lorsque l'effort prépare à l'automatisme, ou antagoniste quand l'effort combat l'automatisme (Figure 8).



Figure 8. Relations entre effort et automatisme (Cosnefroy, 2011).

Dans ce dernier cas, les automatismes mis en place n'apportent pas de réponses adaptées à la situation d'apprentissage. L'effort déployé par l'individu vise alors à inhiber ses stratégies défensives inefficaces et coûteuses ainsi qu'à contrôler ses croyances. Dans le cas où la relation entre l'effort et les processus est complémentaire, l'effort de l'individu consiste à développer son expertise ainsi que ses intentions d'exécution. Pour bien s'autoréguler, il faut être en mesure d'inhiber un certain nombre de croyances et de modes de fonctionnement qui s'activent automatiquement. Le contrôle conscient par le biais de la métacognition doit prendre le pas sur la régulation automatique. L'apprentissage de l'autorégulation est constitué par un double mouvement : acquérir des stratégies plus efficaces et inhiber des modes de régulations inefficaces. Néanmoins, la place occupée par la métacognition au sein de l'apprentissage autorégulé varie en fonction des modèles. Dans le modèle de Winne (1996), les activités de contrôle et le monitoring sont des éléments clefs et représentent la principale source de différence entre les apprenants dans toutes les phases alors que les modèles de Boekaerts (1997) et de Zimmerman (1990) situent la métacognition au niveau des micro-processus et au niveau de la tâche (Roebbers, 2017).

Une distinction pourrait également apparaître selon le niveau d'expertise des apprenants. Certaines stratégies pourraient être appliquées automatiquement par un expert alors qu'une personne novice devra contrôler consciemment leur mise en œuvre (Lafortune et Saint-Pierre, 1996 ; cité par Nader-Grobois, 2007). L'enseignement et l'apprentissage des processus de régulation pourraient également passer par la conscientisation de ces processus. D'autre part, les processus d'autorégulation au cours d'une activité d'apprentissage varieraient selon un degré de profondeur (Nader-Grobois, 2007). Une régulation superficielle et inconsciente pourrait se produire en amont d'une éventuelle régulation plus contrôlée et consciente. Par exemple, en lisant un texte, l'apprenant peut relire un passage non compris sans avoir consciemment décidé cette action. Si relire le passage ne permet pas de refocaliser l'attention ou d'accéder au sens de ce passage, un signal d'alerte (monitoring) est envoyé.

Cette alerte attirera l'attention de l'apprenant sur sa difficulté en déclenchant une réflexion sur l'activité en cours (e.g. « qu'est-ce que je n'ai pas compris ? », « Où en étais-je ? ») ainsi qu'une modification de l'activité (e.g. repartir en arrière dans le texte).

Chapitre 4 – Apprentissage autorégulé et fonctions exécutives, quelles relations partagent-ils ?

« Au fil des apprentissages, on devient quelqu'un d'autre, on transforme sa vision du monde et des problèmes. »

(Ph. Perrenoud, 2004, Qu'est-ce qu'apprendre ?)

Suite à l'étude des modèles des fonctions exécutives et de l'autorégulation, nous pouvons d'ores et déjà nous apercevoir que ces deux concepts sont très proches par leur définition.

Les fonctions exécutives sont définies comme l'ensemble des processus permettant de s'adapter à notre environnement. Elles permettent de définir des priorités, de trouver et mettre en place des stratégies ainsi que de superviser l'ensemble des actions pour éventuellement modifier le comportement s'il ne permet pas l'atteinte efficace du but fixé.

De la même manière, l'autorégulation représente l'habileté à définir un but, trouver des actions adaptées pour atteindre le but, maintenir ces actions dans le temps et les modifier si nécessaire.

Au travers de ces deux définitions, nous constatons la présence d'un système de supervision qui permet au sujet d'avancer efficacement vers l'objectif visé. Ces deux concepts semblent donc avoir la même fonction : réduire l'écart entre un état initial et un état final.

Par ailleurs, les fonctions exécutives sont considérées comme des processus cognitifs remplissant chacun un rôle spécifique dans le comportement humain. L'autorégulation est considérée comme un concept cognitif qui regroupe également des compétences spécifiques comme la fixation d'un but ou la mise en place de stratégies cognitives, métacognitives et volitionnelles (Cosnefroy, 2010).

Nous pouvons penser que les fonctions exécutives pourraient permettre le bon fonctionnement de processus d'autorégulation et plus particulièrement, que les mécanismes d'inhibition pourraient jouer un rôle important dans la mise en place de comportements d'apprentissage autorégulés.

Par conséquent, nous nous interrogeons sur le rôle des fonctions exécutives dans la mise en place d'un apprentissage autorégulé et plus particulièrement, nous aimerions approfondir l'évolution de ce rôle au cours du développement. Nous souhaiterions mieux comprendre si la mise en place de la régulation des apprentissages repose sur la qualité du fonctionnement exécutif de l'individu ou si elle est indépendante des fonctions exécutives.

D'autre part, et en supposant qu'il y ait une relation entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé, nous nous demandons si ce lien reste identique au cours du développement scolaire et cognitif ou si des variations sont observables. Nous nous interrogeons également sur les possibilités d'intervention pour influencer le cours de ce développement. Certaines recherches évoquent ce type de relations mais elles restent encore peu nombreuses.

Nous allons maintenant établir l'état de nos connaissances actuelles sur le sujet.

1. Le contrôle cognitif et la régulation des apprentissages : quelles connaissances avons-nous ?

Selon Blair (2013), les fonctions exécutives pourraient constituer un indicateur d'autorégulation. La capacité des jeunes enfants à gérer des informations contradictoires et à inhiber leurs réactions automatiques est un indicateur de leur capacité de réflexion et de leur capacité à agir en anticipant l'avenir. Ces capacités devraient mener à un comportement bien régulé et à une bonne adaptation dans une variété de contextes (Blair, 2013). La recherche de St Clair-Thompson et Gathercole (2006) montre que les capacités en mémoire de travail et en inhibition sont liées aux performances en lecture, écriture, et mathématiques. Ces auteurs évoquent l'hypothèse selon laquelle l'inhibition supporterait plus les apprentissages académiques d'une manière générale que des habiletés dans des domaines spécifiques. Selon Borella et al. (2010), des difficultés de compréhension de lecture peuvent être liées à une mauvaise résistance à l'interférence proactive. Par ailleurs, nous verrons que les études sur le développement du TDAH (Poissant & Joyal, 2008) et des recherches sur les troubles des apprentissages (Wang, Tasi, & Yang, 2012) indiquent que des déficits des fonctions exécutives pourraient jouer un rôle central dans ces troubles.

Ces recherches montrent bien l'importance du rôle des fonctions exécutives dans l'adaptation et la réussite scolaire, et peut-être aussi dans la mise en place de processus d'autorégulation. Cependant, les travaux mettant en lien spécifiquement les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé sont encore peu nombreux, en particulier chez l'enfant.

1.1 Les recherches chez l'adulte

Chez l'adulte, quelques recherches ont permis d'investiguer les liens entre l'apprentissage autorégulé, les fonctions exécutives et la métacognition. Dans un article théorique, Roebers (2017) met en avant certaines situations dans lesquelles les fonctions exécutives pourraient être liées à l'apprentissage autorégulé et à l'autorégulation en général. Par exemple, de faibles capacités en mémoire de travail perturbent le maintien de l'objectif ou des sous-objectifs à atteindre. Des différences individuelles dans les capacités exécutives pourraient donc expliquer les performances d'autorégulation dans le sens où les fonctions exécutives permettraient une régulation efficace (Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012). Plusieurs recherches utilisant des échelles auto-rapportées ont montré des corrélations positives entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé (Garner, 2009 ; Effeney, Carroll, & Bahr, 2013). Dans une étude avec des étudiants de Licence, Garner (2009) a démontré par des analyses de régression que la planification et la motivation prédisent les comportements de régulation métacognitifs. Dans une population de lycéens, les corrélations étaient plus importantes quand elles se référaient à des compétences métacognitives plutôt qu'à des compétences exécutives (Effeney et al., 2013). Nous remarquons que ces deux études utilisent des mesures indirectes des fonctions exécutives telles que des échelles ou questionnaires. Or, les mesures directes (i.e. tests neuropsychologiques) et indirectes des fonctions exécutives ne permettent pas d'évaluer les mêmes choses (Fuhs, Farran, & Nesbitt, 2015; Toplak, West, & Stanovich, 2013). Les mesures directes fournissent une indication sur l'efficacité des processus évalués tandis que les mesures indirectes informent sur les perceptions individuelles (Toplak et al., 2013).

Suivant ce principe, Follmer et Sperling (2016) ont utilisé des mesures directes et indirectes portant sur certaines fonctions exécutives (inhibition et flexibilité mentale), l'apprentissage autorégulé et la métacognition pour investiguer les liens entre ces concepts. Leurs investigations montrent qu'en utilisant des mesures directes, les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé sont liés par la médiation des capacités métacognitives. Ce résultat est partiellement retrouvé avec les mesures indirectes.

En s'appuyant sur ces travaux, nous avons coordonné deux recherches permettant d'étudier les liens entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives d'étudiants inscrits en 1^{ère} année d'étude universitaire (Laurent, Fenouillet, Kaplan, Pinabiaux et de Montalembert, en préparation ; Annexe 17). Nous avons évalué les fonctions exécutives à l'aide de tests neuropsychologiques (mesures directes) et l'apprentissage autorégulé par le

biais d'échelles auto-rapportées (mesures indirectes). La première étude a permis d'investiguer les relations entre la flexibilité mentale, l'inhibition d'une réponse automatique, la planification et l'apprentissage autorégulé. Lors de la seconde étude, nous nous sommes focalisés sur les liens entre l'apprentissage autorégulé et trois mécanismes inhibiteurs : inhibition d'une réponse automatique, inhibition de la réponse à un distracteur et résistance à l'interférence proactive.

Contrairement aux précédentes recherches dans ce domaine, nous n'avons pas observé de corrélations positives entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. Les relations observées témoignent que les étudiants présentant de petites faiblesses exécutives utiliseraient davantage que leurs pairs des stratégies d'autorégulation. Par exemple, des difficultés de flexibilité mentale étaient corrélées à une plus grande utilisation des concertations collectives pour changer de méthodes d'apprentissage ($r = .36, p < .01$). Nous observions également une mise en place plus fréquente du suivi de l'apprentissage par la tenue de journaux individuels. Cette utilisation de stratégies d'autorégulation pourrait avoir un rôle de compensation des faiblesses exécutives.

1.2 Les recherches chez l'enfant

Chez l'enfant, les recherches sont encore moins nombreuses que chez l'adulte et sont davantage axées sur la régulation du comportement que sur l'apprentissage autorégulé.

Guimard, Hubert, Crusson-Pondeville, et Nocus (2012) ont conduit une recherche sur des enfants de 5 ans pour mettre en évidence l'importance de l'autorégulation comportementale en maternelle sur les performances scolaires dans les premières années d'école élémentaire. L'autorégulation comportementale est définie comme l'intégration et la manifestation de processus cognitifs relevant des fonctions exécutives, en particulier l'attention, la mémoire de travail et le contrôle de l'inhibition (McClelland et al., 2007). Leurs résultats ont montré que les enfants jugés positivement par leur enseignant, sur le plan comportemental, sont ceux qui ont obtenu les meilleures capacités d'inhibition. Leurs performances scolaires étaient également supérieures à celles des autres enfants.

Les capacités d'inhibition, notamment cognitive, pourraient avoir une influence sur les capacités d'autorégulation (Poissant et al., 2008). L'inhibition cognitive est la suppression active de contenus en cours d'utilisation dans la mémoire de travail (Harnishfeger, 1995 ; cité par Poissant et al., 2008). L'inhibition serait donc un processus bloquant des réseaux d'activation secondaires de manière à garder l'attention mieux centrée sur la tâche à effectuer. Nous retrouvons à travers cet article, une distinction entre l'inhibition cognitive et la

résistance à l'interférence et une inhibition comportementale ou la suppression d'une réponse comportementale dominante.

Dans un article théorique, Barkley (2001) met en exergue les liens entre les définitions des fonctions exécutives et le concept d'autorégulation. En s'appuyant sur des travaux déjà effectués (Bronowski, 1967 ; cité par Barkley, 2001; Kanfer & Karoly, 1972; Mischel, Shoda, & Rodriguez, 1989), il montre que l'impulsivité provenant d'un manque d'inhibition peut entraîner une difficulté d'autorégulation. Selon lui, l'inhibition pourrait être un prérequis à l'autorégulation.

2. Problématique et hypothèses

Suite à ces diverses premières recherches, nous souhaitons donc continuer à investiguer les liens entre les activités de contrôle, permises par les fonctions exécutives et les capacités métacognitives, et la mise en place d'un apprentissage autorégulé. En particulier, notre objectif est de poursuivre l'investigation de ces liens au cours du développement, de l'enfant âgé de 9 ans et scolarisé en CM1 à l'adolescent âgé de 15 ans et scolarisé en seconde.

Cette recherche complétera nos premiers résultats rencontrés chez le jeune adulte et améliorera nos connaissances sur ce développement encore peu exploré. Les résultats de nos premières études chez l'adulte présentent des corrélations faibles à modérées et ne semblent pas signifier que les fonctions exécutives soient indispensables à la mise en place de l'apprentissage autorégulé. Néanmoins, les participants de ces études étaient âgés d'une vingtaine d'années et arrivaient donc à la fin de leur maturation cérébrale. Comme nous l'avions indiqué dans le premier chapitre de ce manuscrit, la plupart de leurs fonctions exécutives s'étaient déjà développées à leur apogée. Or, le milieu universitaire demande aux étudiants d'être extrêmement autonomes dans leurs apprentissages en gérant seuls divers contenus à apprendre sur de longues périodes de temps (e.g. semestre, année). De plus, la liberté offerte par ce cadre exige une discipline de tous les instants pour rester focalisé sur les apprentissages et inhiber les diverses sources de distractions présentes sur le campus. L'apprentissage autorégulé deviendrait ainsi indispensable à la réussite académique par rapport au cadre plus contenant du secondaire. Contrairement aux fonctions exécutives, l'apprentissage autorégulé serait donc en plein essor à partir de l'entrée à l'université alors que les fonctions exécutives se stabiliseraient.

Ainsi, nous supposons que les relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé, et plus largement entre les processus de contrôle cognitif et l'apprentissage autorégulé, évolueraient au cours du développement. Ces relations pourraient

être faibles ou modérées à l'âge adulte mais plus fortes dans une période antérieure du développement. En effet, chez l'enfant de 8 à 10 ans, les fonctions exécutives sont en plein développement et pourraient sous-tendre l'émergence de l'apprentissage autorégulé.

Par conséquent, nous émettons l'hypothèse que les processus de contrôle cognitif et l'apprentissage autorégulé seront fortement corrélés chez l'enfant de 8 à 10 ans. Ces corrélations devraient être plus faibles au moment de l'adolescence mais plus élevées que chez l'adulte.

Dans la mesure où les connaissances sur l'apprentissage autorégulé de l'enfant sont encore peu développées et que nous ne connaissons pas d'outil de mesure en langue française adapté aux enfants scolarisés en CM1 et CM2, notre première étude aura pour objectif d'approfondir les spécificités de la régulation des apprentissages à cet âge ainsi que de développer une échelle de mesure auto-rapportée permettant d'évaluer la régulation des apprentissages par l'enfant.

Cette échelle nous permettra d'étudier, dans une seconde étude, les relations entre les fonctions exécutives, la métacognition et l'apprentissage autorégulé des élèves scolarisés en CM1 et CM2. Nous tenterons de vérifier l'hypothèse selon laquelle ces différents concepts partageraient des relations positives et que les capacités de contrôle cognitif prédiraient l'autorégulation des apprentissages.

Nous poursuivrons notre démarche d'investigation en étudiant les relations entre ces mêmes processus dans une population de lycéens ayant normalement progressé dans le développement de leurs capacités exécutives. Nous vérifierons l'hypothèse selon laquelle les fonctions exécutives seraient toujours corrélées positivement à l'apprentissage autorégulé mais de manière plus faible que chez les enfants.

Enfin, et si nos hypothèses s'avèrent exactes, nous souhaiterions investiguer nos possibilités d'action sur le développement de l'apprentissage autorégulé et les liens partagés avec les capacités de contrôle cognitif. Notre précédente étude chez le jeune adulte semblaient indiquer que les participants présentant de légères défaillances exécutives compensaient leurs difficultés en utilisant des stratégies d'apprentissage autorégulé (Laurent et al., en préparation). Cette hypothèse est cohérente avec les résultats de Follmer et Sperling (2016) démontrant une médiation de la métacognition dans la relation entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. En conséquence, nous proposerons aux lycéens une formation à l'apprentissage autorégulé fournissant des connaissances métacognitives et entraînant au contrôle métacognitif au cours d'une activité d'apprentissage. L'objectif de cette dernière

étude sera d'évaluer l'influence d'une telle formation sur la mise en place d'une régulation des apprentissages et sur le lien entre fonctions exécutives et apprentissage autorégulé.

Partie 2 – Contributions expérimentales

Etude 1 : L'apprentissage autorégulé chez l'élève de CM1 et CM2 : développement d'une échelle de mesure.

1. Objectifs

La présente étude vise, dans un premier temps, à investiguer l'existence de stratégies d'apprentissage autorégulé dans une population d'élèves scolarisés en CM1 et de CM2. Plus particulièrement, nous souhaitons étudier si le modèle de l'apprentissage autorégulé développé par Zimmerman (2002) chez l'adulte pourrait être appliqué aux apprenants de 8 à 11 ans. Afin de répondre à ces questions, nous avons interviewé plusieurs enfants sur la façon dont ils perçoivent et gèrent leurs apprentissages.

Le deuxième objectif de cette étude est de développer, à partir des verbalisations des enfants, un outil de mesure pour évaluer à une plus grande échelle l'autorégulation des apprentissages chez les enfants scolarisés en CM1 et CM2. Nous souhaiterions utiliser cet outil dans notre deuxième étude pour investiguer les relations entre l'apprentissage autorégulé, les fonctions exécutives et la métacognition dans cette même population.

2. Pré-étude : Comment les enfants verbalisent-ils la régulation de leurs apprentissages ?

Dans un premier temps, nous avons souhaité rencontrer plusieurs enfants scolarisés en CM1 et CM2 afin de recueillir leurs perceptions de leurs apprentissages. Ces entretiens avaient pour but de comprendre comment les enfants gèrent leurs apprentissages, seuls ou avec une tierce personne.

2.1 Méthode

2.1.1 Population

Nous nous sommes entretenus individuellement avec seize élèves scolarisés dans deux écoles publiques d'Ile-de-France (50% de filles ; 50% d'élèves de CM1). Au préalable, nous avons obtenu l'accord des inspecteurs d'académie et de circonscriptions, des directeurs d'école ainsi que des parents. Les enfants ont été informés que leur participation était facultative et que leurs réponses resteraient confidentielles. Ils étaient également informés que l'entretien se déroulerait de manière individuelle avec l'expérimentateur. Les entretiens se déroulaient à l'intérieur des écoles, dans une salle différente de la salle de classe. Avec

l'autorisation des enfants, l'entretien était enregistré dans sa totalité. L'âge des enfants variait de 9 à 10 ans.

2.1.2 Matériel et procédure

Afin de permettre à l'enfant de se sentir à l'aise, nous discutons avec lui d'évènements actuels pouvant l'intéresser (e.g. vacances de Noël). Après avoir introduit l'entretien et s'être assuré que l'enfant avait bien compris la nature de notre rencontre, nous lui lisons une petite histoire présentant un enfant confronté à des difficultés scolaires et qui demande de l'aide à son/sa meilleur(e) copain/copine :

« Aujourd'hui, Julie en a plus qu'assez ! Elle est souvent la dernière à terminer son exercice en classe, et elle trouve difficile de répondre aux questions des contrôles, même si elle a appris sa leçon. Elle aimerait beaucoup que cette situation change, elle aimerait apprendre comme ses copines. Mais d'ailleurs, comment s'y prennent-elles pour apprendre ? A la récréation suivante, Julie a pris une grande décision. Elle va demander à sa meilleure copine si elle peut lui donner des conseils pour mieux apprendre. »

Pour les garçons, le protagoniste s'appelait Maxence et devait demander un conseil à son meilleur copain. Suite à la lecture de cette histoire, nous demandions aux enfants d'imaginer qu'ils étaient ce/cette meilleur(e) ami(e) et de nous expliquer comment ils pourraient aider ou conseiller leur ami(e). Dans un premier temps, nous laissons l'enfant s'exprimer librement tout en encourageant ses verbalisations. Quand l'enfant s'arrêtait ou ne donnait plus d'informations nouvelles, nous lui posions quelques questions ouvertes inspirées du modèle de Zimmerman (i.e. « Avant de commencer à apprendre, à quoi penses-tu ? »). A la fin de l'entretien, nous donnions la possibilité à l'enfant d'exprimer quelque chose s'il le souhaitait puis nous le remercions de sa participation. Le protocole de cette étude est situé en annexe (Annexe 1).

2.2 Résultats qualitatifs : analyse des verbalisations

Les enregistrements des verbalisations des enfants ont été écoutés par trois juges (deux étudiants de Master 1 et moi-même). Chacun d'entre nous a classé les verbalisations en différentes catégories non déterminées au préalable. Au total, les verbalisations des enfants furent classées sous 72 catégories. Lors d'une concertation, nous avons réduit le nombre de catégorie en suivant trois étapes. Premièrement, certaines catégories étaient présentes dans chacun de nos classements sous des appellations légèrement différentes et présentaient les mêmes verbatim. Ces catégories étaient donc rassemblées en une seule catégorie. Par

exemple, les catégories « planification », « anticiper » et « programmer » furent groupées sous l'appellation « planification ». Deuxièmement, des catégories portant sur des verbalisations très spécifiques pouvaient être englobées par une catégorie plus large. Ces sous-catégories étaient supprimées et les verbalisations étaient ajoutées dans la catégorie plus large. Par exemple, les verbalisations des catégories « réciter », « mémorisation » et « répétition » furent intégrées à la catégorie « méthode de travail ». Troisièmement, nous avons finalisé la sélection des catégories en nous basant sur les connaissances que nous avons des modèles et des échelles d'apprentissage autorégulé chez l'adulte. Ainsi, des catégories présentes dans nos classifications mais pas directement en lien avec les phases et processus connus dans les modèles de l'adulte n'ont pas été conservées pour cette étude (e.g. théorie de l'esprit, émotions, métacognition). Enfin, les catégories présentes dans une seule de nos classifications n'étaient pas conservées.

Cette concertation a permis de conserver sept catégories de réponses : la planification, la structuration de l'environnement, la fixation des buts/objectifs, la volition, les méthodes de travail, le contrôle de l'exécution et l'hétérorégulation (Tableau 1).

Tableau 1 : Exemples de verbalisations recueillies pour chaque catégorie de réponses.

Catégories	Exemples de verbalisations
Planification	<p>Alice : « Bah je réfléchis à quelles questions on peut me poser »</p> <p>Macéo : « à se concentrer déjà, à penser de quoi ça va parler. Par exemple, si c'est de l'histoire, ils vont parler de l'antiquité des hommes ».</p> <p>Yvan : « Penser à son programme, comment il va faire, s'il a des petits temps de jeu après ou entre. Son programme en gros »</p>
Structuration de l'environnement	<p>Julianne : « Dans sa chambre, pas devant la télé, pas devant des écrans, devant son travail, dans son bureau »</p> <p>Khadil : « d'aller par exemple aux aides de devoirs par exemple, qu'ils t'aident et qu'ils t'apprennent bien »</p> <p>Yasmine : « Bah ça va la déconcentrer, elle va regarder la télé et pas lire sa leçon ».</p>
Fixation des buts/objectifs	<p>Macéo : « il peut la revoir pour savoir très très bien et avoir de bonnes notes »</p> <p>Ilyess : « oui en fait la peur, ce n'est pas vraiment une peur. Bah je n'ai pas envie d'avoir une mauvaise note quoi. C'est plus que</p>

	<p>l'objectif, c'est l'apprendre pour avoir une bonne note »</p> <p>Andréa : « parce que sinon plus tard on ne peut pas trouver notre métier »</p>
Volition	<p>Andréa : « ça peut l'aider à continuer à travailler et à apprendre plus ses leçons ».</p> <p>Hafsa : « après j'ai un truc qui vient et qui me dit j'ai pas envie d'apprendre, j'ai la flemme »</p>
Méthodes de travail	<p>Kinaly : « Après je me posais des questions et après je répondais sur la feuille »</p> <p>Yanis : « oui, en fermant... sans regarder il écrit tout ce qu'il s'est passé »</p>
Contrôle de l'exécution	<p>Baptiste : « il regarde dans son agenda pour voir... euh... s'il a bien tout fait »</p> <p>Julianne : « après faut qu'elle réponde. Si elle répond mal, elle doit aller réviser encore ».</p>
Hétérorégulation	<p>Yasmine : « elle demande à un adulte de l'aider ou de poser des questions ».</p> <p>Benoît : « Bah,... il pose des questions à ses parents et ses parents ils lui posent des questions ».</p> <p>Hafsa : « C'est ma mère qui me fait faire comme ça et après elle me dicte, comme ça tu vas mémoriser »</p> <p>Hafsa : « et puis c'est ma mère qui m'a conseillé par exemple de recopier si t'y arrives vraiment pas »</p>

3. Construction d'une échelle auto-rapportée sur l'apprentissage autorégulé.

Suite aux entretiens individuels réalisés auprès des enfants, nous avons souhaité utiliser leurs verbalisations pour développer un outil de mesure adapté à leur niveau de langage. Nous avons suivi plusieurs étapes pour construire cet outil :

- Création d'une base d'items à partir des verbalisations des enfants
- Etude de la structure factorielle sous-jacente de notre outil,
- Mesure de l'adéquation entre notre modèle théorique et la structure factorielle de notre échelle.

3.1 Constructions et choix d'items

En nous appuyant sur les catégories susmentionnées, nous avons créé 159 items (9 à 49 items par catégorie) en conservant le vocabulaire utilisé par les enfants au cours des entretiens. Ces items ont été présentés à 10 autres enfants (50% de filles, 50% de CM1) afin d'évaluer si les items étaient adaptés au niveau de compréhension de lecture des enfants. De plus, nous souhaitons nous assurer que les enfants interprétaient les items selon nos attentes (Karabenick et al., 2007). Au cours de ces entretiens, nous lisons chaque item à l'enfant et il devait nous expliquer ce que voulait dire la phrase pour lui. Nous avons ensuite conservé les items compris de manière identique par l'ensemble des enfants. Le panel d'items obtenu était trop important pour pouvoir être présenté à des enfants en moins d'une heure. Nous avons donc décidé de conserver 30 items pour construire notre échelle.

3.2 Structure factorielle de l'Inventaire d'Autorégulation des Apprentissages par l'Enfant

3.2.1 Méthode

Population

Dans un premier temps, nous avons confronté notre échelle à 381 enfants (47,9% de filles ; $M_{\text{âge}} = 9,42$; $EC_{\text{âge}} = 0,86$) scolarisés en CM1 et CM2. La taille des classes variait de 21 à 28 élèves. Les enfants étaient scolarisés en CM1 (49,3%), en CM2 (43,6%) ou en CE2 et CE1 dans le cas de classe double niveaux (7,1%). Tous les enfants avaient le français pour langue maternelle. Les parents d'élèves ont reçu un document expliquant notre étude et devaient retourner à l'enseignant un formulaire de consentement à la participation de leur enfant (Annexe 2).

Matériel et procédure

L'échelle, nommée Inventaire d'Autorégulation des Apprentissages par l'Enfant ([IAAE]; *The Children Inventory of Self-Regulated Learning [CISRL]*), était composée de 30 items dont les réponses s'échelonnaient sur une échelle de Likert en 5 points, de 1 (jamais) à 5 (tout le temps). Une échelle de mensonge a été ajoutée afin de limiter les biais liés à la désirabilité sociale. Cette échelle de mensonge est issue de l'échelle révisée d'anxiété manifeste pour enfants et adolescents (R-CMAS ; Reynolds & Richmond, 1999). Les élèves répondaient au questionnaire en classe entière après avoir reçu une explication concernant l'échelle de mesure et une démonstration sur un item. La passation durait de 20 à 40 minutes en fonction des enfants.

Analyse des données

Afin d'investiguer la structure sous-jacente de l'échelle, nous avons effectué plusieurs analyses factorielles sous SPSS. Nous avons choisi de procéder par des analyses en composantes principales avec une rotation oblique car nous postulions que les facteurs latents seraient corrélés les uns avec les autres. En nous appuyant sur la procédure d'O'Connor (2000), une analyse parallèle fut réalisée afin de confirmer le nombre de facteurs à extraire lors de l'analyse factorielle.

3.2.2 Résultats

Les analyses factorielles exploratoires furent conduites dans le but de trouver la structure de notre échelle (statistiques descriptives en Annexe 3). Nous avons conservé les facteurs ayant une valeur propre supérieure à 1. Parmi ces facteurs, nous avons supprimé tous les items ayant un poids factoriel inférieur à .32 sur l'axe principal, pesant à .32 ou plus sur plus d'un facteur, ainsi que les items corrélant avec un unique facteur possédant moins de trois items (Costello & Osborne, 2005 ; Worthington & Whittaker, 2006). Suite au retrait de ces items, l'analyse factorielle finale avec rotation oblique démontre une solution factorielle avec cinq facteurs latents en conservant 24 items (Tableau 2). Cette solution en 5 facteurs est en accord avec le nombre de facteurs retenus par l'analyse parallèle et explique 54,94% de la variance totale.

Tableau 2 : Résultat de l'analyse factorielle exploratoire

Dimensions	Code Item	Item	Facteurs					
			1	2	3	4	5	
Contrôle de l'exécution	CE2	Je lis plusieurs fois ma leçon jusqu'à la connaître parfaitement.	.78					
	CE3	Je lis et je relis ma leçon jusqu'à bien la connaître.	.75					
	CE4	Pour être sûr d'avoir tout bien compris, je relis plusieurs fois ma leçon.	.71					
	CE6	Je relis ma leçon jusqu'à ce qu'elle rentre dans ma tête.	.63					

Difficultés volitionnelles	DV1	Lorsque j'apprends, j'ai du mal à rester concentré(e).		.55			
	DV2	Quand le travail est trop dur, je m'énerve.		.69			
	DV3	Si je m'arrête pendant mes devoirs, je n'arrive pas à m'y remettre.		.64			
	DV4	Quand le travail est trop dur, je laisse tomber.		.58			
	DV5	J'arrête mes devoirs même si je n'ai pas tout fait.		.57			
	DV6	J'ai parfois la flemme de terminer mes devoirs.		.68			
Anticipation des apprentissages	AA1	Je réfléchis aux questions que l'on pourra me poser.			-.77		
	AA2	Quand je fais mes devoirs, je pense aux questions qu'il peut y avoir dans le contrôle.			-.69		
	AA3	Je m'arrête parfois pour réfléchir à la manière dont j'apprends une leçon.			-.56		
	AA4	Avant de commencer à lire ma leçon, j'essaye d'imaginer les questions que le maître/la maîtresse va me poser.			-.84		
	AA5	Quand j'apprends mes leçons, je me pose des questions et j'essaye d'y répondre.			-.64		
	AA6	Avant d'apprendre une leçon, je commence à			-.56		

		réfléchir.					
Fixation des buts	FB1	Il est important pour moi d'obtenir de bonnes notes.				.74	
	FB2	Pour moi, il est important de bien travailler à l'école dans le but d'avoir un bon métier.				.80	
	FB4	J'apprends pour avoir de bonnes notes.				.72	
	FB5	Si j'apprends bien mes leçons, je pourrais choisir le métier que je souhaite.				.59	
Hétérorégulation	H2	Mes parents me posent des questions sur ma leçon et j'essaye d'y répondre.					-.75
	H3	Je demande à mes parents de me faire apprendre mes leçons.					-.71
	H5	Pour savoir si je connais bien ma leçon, je la récite à quelqu'un de plus grand que moi.					-.62
	H6	Je demande à mes parents qu'ils me posent des questions sur ma leçon.					-.78
α de Cronbach			.86	.69	.80	.73	.73
% de variance expliquée			24,75	10,66	7,62	6,56	5,24

L'ensemble des facteurs présentent une consistance interne de bonne qualité avec des alphas de Cronbach situés entre .69 et .86 (Tableau 2). Seule la dimension difficultés volitionnelles présente une consistance interne de moindre qualité ($\alpha = .69$) et ne pouvant être améliorée par le retrait d'un item. En considérant la place importante occupée par les verbalisations liées à cette dimension dans le discours des enfants et par la proximité du seuil

d'acceptation pour une fidélité correcte ($\alpha = .70$), nous avons décidé de maintenir cette dimension dans nos analyses.

Au sein de chacune des dimensions, nous observons des corrélations faibles à fortes entre les items ($r = .16$ à $r = .67$). Les corrélations les plus faibles sont trouvées dans la dimension difficultés volitionnelles (Annexe 4). La matrice de corrélation des composantes démontrent des relations faibles à modérées entre nos cinq facteurs (Tableau 3).

Tableau 3 : Matrice de corrélation des composantes

Facteur	Contrôle de l'exécution	Difficultés Volitionnelles	Anticipation des apprentissages	Fixation des buts	Hétérorégulation
Contrôle de l'exécution	1,000				
Difficultés Volitionnelles	-.13	1,000			
Anticipation des apprentissages	.35	-.03	1,000		
Fixation des buts	.17	-.21	.20	1,000	
Hétérorégulation	-.23	-.07	-.26	-.22	1,000

3.2.3 Discussion sur l'analyse factorielle exploratoire

Les analyses exploratoires que nous venons de réaliser indiquent que les 24 items de notre échelle peuvent être regroupés sous cinq facteurs. L'analyse parallèle effectuée indique qu'il est possible d'extraire ces cinq facteurs avec un risque d'erreur de 5%. La consistance interne de ces facteurs est satisfaisante (coefficients compris entre .69 et .86). Cette structure factorielle doit être confirmée par une analyse factorielle confirmatoire sur un autre échantillon d'enfants. Cette seconde partie de l'étude permettra également d'évaluer d'autres aspects liés à la validité de notre outil.

3.3 Confirmation de la structure de l'échelle

Les résultats des analyses factorielles précédemment effectuées mettent en évidence une structure d'échelle en cinq facteurs. Nous souhaitons maintenant confirmer cette structure sur un autre échantillon d'élèves de CM1 et CM2.

3.3.1 Méthode

Population

Suite aux analyses factorielles, nous avons présenté cette nouvelle échelle à 385 élèves scolarisés en CM1 et CM2 (43,5% de filles ; $\mu_{\text{âge}} = 9,51$; $\sigma_{\text{âge}} = 0,80$). Notre échantillon se composait de 43,5% de CM1, 51,3% de CM2 et 5,2% de CE2. Comme pour le premier échantillon, tous les participants avaient le français pour langue maternelle. Afin de vérifier certaines qualités psychométriques de l'échelle, telles que la validité convergente et divergente, 73 enfants issus de cet échantillon ($\mu_{\text{âge}} = 9,93$; $\sigma = 0,69$; 31 CM1) ont également répondu à la *Metacognitive Assessment Inventory Junior* (MAI Junior) et ont été confrontés à un test de dénomination d'images (K-ABC II). Par ailleurs, 96 enfants de l'échantillon initial ont répondu une seconde fois à l'échelle d'apprentissage autorégulé, cinq mois après la première passation. Cette seconde évaluation a permis de vérifier la stabilité temporelle de l'échelle.

Matériel et procédure

Pour la passation de l'échelle, le matériel et la procédure étaient identiques aux analyses factorielles exploratoires. Comme précisé ci-dessus, certains enfants de notre échantillon ont répondu à une échelle de métacognition (MAI Junior) et ont été confrontés à un test de dénomination d'images. Nous avons utilisé ce matériel supplémentaire afin de vérifier certaines qualités psychométriques de l'échelle. Les résultats obtenus seront présentés dans la synthèse générale des résultats de cette étude.

MAI Junior

La *Metacognitive Assessment Inventory Junior* (Sperling et al., 2002) évalue les capacités de métacognition des enfants à l'aide de douze items (e.g. « Je sais quand j'ai compris quelque chose »). Chaque item est mesuré sur une échelle de Likert en 3 points allant de 1 (jamais) à 3 (toujours). Le temps moyen pour compléter cette échelle était de 5 minutes.

Subtest « dénomination » (K-ABC II ; Kaufman & Kaufman, 2004)

Le subtest dénomination du K-ABC II évalue la capacité des enfants à nommer une image. Le test est constitué de 41 images représentant des objets, des parties du corps ou des animaux. Les enfants devaient nommer chaque image qui leur était présentée. Leur réponse était cotée 1 ou 0 point et nous interrompions la passation si un enfant échouait à quatre items consécutifs.

Analyse des données

L'analyse factorielle confirmatoire a été réalisée sur la version 8.1 de MPLUS (Muthén & Muthén, 2010). Nous nous sommes appuyés sur les indicateurs d'ajustement suivants : le chi deux, le Comparative Fit Index (CFI), le Tucker Lewis Index (TLI), le Root Mean Squared Error of Approximation (RMSEA) et le Standardized Root Mean square Residual (SRMR). Il est communément admis qu'une valeur supérieure à .90 est nécessaire pour le CFI et le TLI (Bentler, 1992). Cependant, une valeur supérieure à .95 est préférable (Hu & Bentler, 1999). Pour le SRMR et le RMSEA, une valeur inférieure à .08 et proche de .06 est requise pour un niveau d'adéquation optimale (Hu & Bentler, 1999). En dernier lieu, nous avons procédé à quelques analyses supplémentaires pour vérifier les qualités psychométriques de l'échelle. Des analyses corrélationnelles ont permis de mesurer les validités divergente et convergente ainsi que la stabilité temporelle de notre échelle. Ces derniers résultats seront présentés dans la synthèse des résultats de cette étude. Par ailleurs, des Anovas à un facteur ont été effectuées pour explorer les différences d'apprentissage autorégulé en fonction du sexe et du niveau scolaire des élèves.

3.3.2 Résultats

L'analyse confirmatoire avait pour objectif d'évaluer le niveau d'adéquation de notre modèle théorique supposé à la structure factorielle observée (statistiques descriptives en Annexe 5). En nous appuyant sur les résultats de l'analyse factorielle exploratoire, nous avons proposé un modèle avec cinq facteurs inter corrélés : Contrôle de l'Exécution (CE), Difficultés Volitionnelles (DV), Anticipation des apprentissages (AA), Hétérorégulation (H) et Fixation des buts (FB). Ce modèle en cinq facteurs révèle une bonne adéquation à nos données ($\chi^2 = 409,30$, $df = 242$, $p < .001$, $CFI = .93$, $TLI = .92$, $RMSEA = .04$ avec un intervalle de confiance à 90% [.03, .05], $SRMR = .05$). Chaque item est bien corrélé sur le facteur latent supposé (Figure 9).

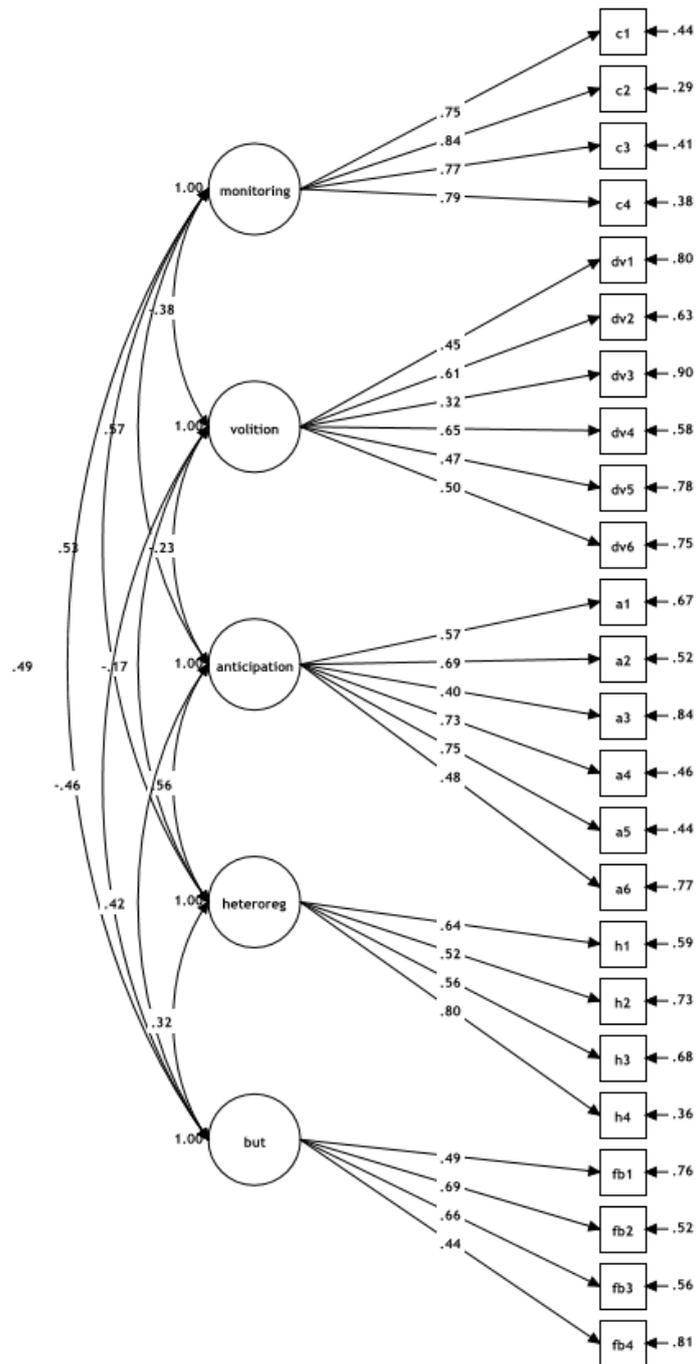


Figure 9. Résultat de l'analyse confirmatoire.

4. Synthèse des résultats

4.1 Qualités psychométriques

4.1.1 Fidélité

Consistance interne

Comme nous pouvons le constater dans le Tableau 2 présenté ci-dessus, chaque facteur présente un alpha de Cronbach supérieur à .70 à l'exception de la dimension

Difficultés Volitionnelles. L'échelle totale présente également une bonne consistance interne avec un alpha de Cronbach à .79.

Stabilité temporelle (fidélité test-retest)

Cinq mois après la première administration de l'échelle, les résultats des enfants à la deuxième passation sont significativement corrélés à la première passation ($r = .55, p < .001$). Cette échelle présente donc une stabilité temporelle correcte.

4.1.2 Validité

Validité de contenu

Le contenu de notre échelle fut vérifié et validé par quatre chercheurs travaillant dans le domaine des sciences de l'éducation et des sciences psychologiques, et plus particulièrement sur l'apprentissage autorégulé. De plus, deux professeurs des écoles enseignant en CM1 et en CM2 évaluèrent la clarté et l'adéquation de chaque item au niveau de langage des enfants.

Validité concourante

Notre échelle est fortement corrélée à la *Metacognitive Assessment Inventory* ($r = .61, p < .001$) mais ne présente aucune corrélation significative avec le subtest dénomination du K-ABC II. Ainsi, l'échelle d'apprentissage autorégulé présente une bonne validité convergente et divergente.

4.2 Etude de l'échantillonnage

En accord avec les études précédentes (Vandeveldt et al., 2013; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990), les garçons présentent un score global d'apprentissage autorégulé significativement plus bas que les filles, $F(1,398) = 4,11, p < .05, \eta^2 = .01$.

Nous n'observons pas de différence significative dans la régulation des apprentissages entre les élèves de CM1 et de CM2, $F(1,539) = .45, p = .50, \eta^2 = .00$.

5. Discussion

Cette étude présentait deux objectifs principaux. Premièrement, nous souhaitons étudier la présence et la manifestation de stratégies d'apprentissage autorégulé chez les élèves de CM1 et CM2. Deuxièmement, nous voulions construire une échelle basée sur ces témoignages, permettant de mesurer la qualité de l'apprentissage autorégulé des élèves de

CM1 et CM2. Pour ce faire, nous avons écouté les témoignages d'un certain nombre d'enfants expliquant comment ils apprennent au quotidien. Les entretiens réalisés de manière individuelle avec les enfants ont permis de recueillir de nombreuses verbalisations dans lesquelles ils expriment leurs différentes manières d'apprendre ou du moins, les façons qu'ils pensent être les meilleures.

5.1 Les stratégies d'apprentissage utilisées par les enfants

5.1.1 Le contrôle de l'exécution

Au travers de leurs verbalisations, nous avons constaté que les enfants considèrent les stratégies de répétition de l'information comme une méthode efficace pour mémoriser une leçon et vérifier que cette dernière ait bien été mémorisée. Ainsi, plusieurs d'entre eux ont verbalisé des phrases du type « je la relis plusieurs fois et après elle rentre dans ma tête ». Certains choisissent de bien regarder les lettres des mots pour s'adapter au contrôle de l'enseignant dans lequel les réponses ne peuvent nécessiter qu'un mot clé. Nous constatons ici que les enfants utilisent en priorité des stratégies dites de surface ne permettant pas une élaboration du matériel à apprendre (Cosnefroy, 2011; Entwistle & McCune, 2004; Marton & Säljö, 1976). Ces stratégies peuvent néanmoins s'avérer efficaces lorsque l'examen des connaissances ne demande qu'à donner une information précise et exacte à la question posée. A l'école primaire, la majorité des contrôles liés à des leçons (e.g. histoire, sciences naturelles, conjugaison) n'attendent pas une élaboration de la part de l'enfant, ce qui ne signifie pas qu'il ne doit pas user de processus de contrôle pour réguler son activité. Par exemple, lors d'un exercice de conjugaison dans lequel l'enfant doit conjuguer le verbe manger au futur de l'indicatif en fonction du pronom personnel présenté, il devra se souvenir des terminaisons de ce verbe (réponse précise et exacte) mais également vérifier le sens de la phrase et l'adéquation de la terminaison avec le pronom personnel.

5.1.2 La fixation des buts

Les enfants semblent se fixer deux types de but dans les apprentissages : les buts à court terme (e.g. « Il peut la revoir pour savoir très très bien et avoir de bonnes notes ») et les buts à long terme (e.g. « Pour qu'il ait un métier plus tard, pour qu'il passe les classes »). Au travers de ces exemples, nous pouvons constater que les verbalisations des enfants s'apparentent essentiellement à des buts de performance et non d'apprentissage (Dweck & Leggett, 1988). En particulier, les enfants semblent se focaliser sur un évitement de l'échec plutôt que sur une approche de la performance (Elliot & Harackiewicz, 1996). Les buts

d'évitement sont des moyens d'autorégulation focalisés sur la perspective d'éventuels résultats négatifs (Fenouillet, 2012). Les enfants apprennent pour avoir une bonne note et éviter une éventuelle punition ou des critiques négatives (e.g. « Oui, en fait la peur, ce n'est pas vraiment une peur, bah je n'ai pas envie d'avoir une mauvaise note, quoi »). Nous n'avons pas entendu de verbalisations liées à l'amélioration des connaissances pour soi et son propre plaisir.

Cette tendance peut s'expliquer par le système scolaire qui est fondé sur une évaluation quantitative des résultats. Les enfants doivent valider leurs apprentissages par des notes. Bien souvent, par manque de temps ou de savoir-faire, les enseignants n'appuient pas suffisamment sur l'utilité des erreurs dans la progression des apprentissages. Or, les enseignants jouent un rôle non négligeable dans l'apprentissage de l'autorégulation dont la fixation des objectifs en fait partie (Dembo & Eaton, 2000). Le manque de temps est souvent évoqué par les enseignants comme le principal frein dans la mise en place d'une pratique pédagogique favorisant l'autorégulation (Vandevelde et al., 2012). Ainsi, l'échec n'est pas perçu par l'enfant comme une étape inévitable des apprentissages mais comme un échec personnel pouvant être dû à sa propre intelligence s'il en a une conception « fixiste » (i.e., l'enfant considère l'intelligence comme innée et ne pouvant pas s'améliorer malgré des efforts).

5.1.3 Les difficultés volitionnelles

Nous avons également constaté que les enfants verbalisent leur difficulté à maintenir leurs efforts sur la durée (e.g. « je vais m'y mettre, je vais commencer [...] mais après j'ai un truc qui vient et qui me dit j'ai pas envie d'apprendre, j'ai la flemme ») et face à l'adversité (e.g. « je vais essayer de la faire [nouvelle technique] mais je vais relâcher vite parce que ça va mettre du temps »). Ces verbalisations sont directement en relation avec le concept de volition que nous avons abordé antérieurement (Heckhausen & Gollwitzer, 1986 ; cité par Cosnefroy, 2011). La volition prend le pas sur les processus motivationnels pour permettre le maintien de l'effort jusqu'à l'atteinte de l'objectif. Différentes stratégies peuvent être utilisées pour entretenir l'engagement de l'individu dans la tâche. Ces stratégies volitionnelles peuvent s'organiser sur deux niveaux (Corno, 2001 ; cité par Cosnefroy, 2011) : les stratégies non observables qui visent à réguler les processus internes tels que l'attention, la motivation et les émotions, et les stratégies observables ayant pour but de contrôler l'environnement comme fermer une fenêtre ou changer d'espace de travail si ce dernier est défavorable aux apprentissages. Ainsi, l'apprenant peut s'offrir une récompense pour le travail accompli, se

donner des instructions sur la marche à suivre, faire une pause pour ménager ses capacités attentionnelles ou aménager son lieu de travail pour limiter le nombre de distractions (Cosnefroy, 2011). Les items de notre échelle, basés sur les verbalisations des enfants, reflètent essentiellement la difficulté à utiliser des stratégies volitionnelles liées au contrôle des processus internes (e.g. item 7 : « Quand le travail est trop dur, je m'énerve. »).

D'autre part, les enfants semblent exprimer en particulier des difficultés volitionnelles lors du travail à la maison. En effet, à la maison, l'apprenant se trouve seul face à son travail sans être guidé par un expert tel que l'enseignant. Il doit s'organiser, gérer son temps, résister aux distractions et contrôler ses processus de manière autonome. Ce fonctionnement s'oppose au rythme contraint de la classe où l'enseignant accompagne les élèves dans le maintien de leurs efforts et de leur attention, et dans la mise en place de leurs processus cognitifs. Le travail à la maison représente donc une forme particulière d'apprentissage autorégulé où le contrôle volitionnel de l'activité devient primordial (Cosnefroy, 2010).

5.1.4 L'hétérorégulation

Contrairement aux échelles d'apprentissage autorégulé disponibles chez l'adulte, notre échelle intègre une dimension sur l'hétérorégulation. Cette dimension permet de prendre en compte l'aide apportée par une tierce personne dans la régulation des apprentissages par l'enfant (Nader-Grobois, 2007). Lors de nos entretiens, nous avons constaté que les enfants évoquaient très fréquemment rechercher de l'aide auprès d'un adulte ou d'un membre de leur fratrie. Leur demande d'aide est particulièrement axée sur la vérification de leurs connaissances en répondant à des questions posées par l'adulte (e.g. « Tu demandes à tes parents de te faire apprendre tes leçons » ou « Devant mon frère ou ma sœur, par exemple mon frère il prend la feuille [...], s'il voit que j'ai pas très bien appris... tu dois relire, réapprendre »). Ainsi, les enfants ressentiraient peut-être plus de difficulté à évaluer leur apprentissage que leurs aînés et se tourneraient donc vers des personnes plus « expertes », pouvant leur dire s'ils doivent continuer à apprendre ou s'ils peuvent arrêter leur activité d'apprentissage. L'hétérorégulation n'est pas nécessairement imposée par l'adulte mais peut provenir d'une demande de l'enfant. C'est un moyen pour lui de réguler son activité d'apprentissage. Cette hétérorégulation diminuera en même temps que l'autorégulation des enfants progressera (Nader-Grosbois et al., 2008).

5.1.5 L'anticipation des apprentissages

Comme chez l'adulte, nous trouvons des éléments en faveur d'une phase d'anticipation des apprentissages. Les enfants évoquent l'importance de se mettre dans un état propice aux apprentissages en essayant de se concentrer, de penser au sujet ou à la matière à apprendre (e.g. « à se concentrer déjà, à penser de quoi ça va parler. Par exemple, si c'est de l'histoire, ils vont parler de l'antiquité des Hommes, de la préhistoire et après voilà, peut-être qu'il va penser »). Ils peuvent également imaginer des questions pouvant être posées par l'enseignant, comme l'exprime cette enfant : « comment je vais l'apprendre... Je commence à réfléchir, je la lis (la leçon), et je réfléchis. Bah... je réfléchis à quelles questions on peut me poser, je me pose les questions qui (il) peut me poser, et après je commence à lire. Qu'est-ce qu'il faut que je retienne d'important, je réfléchis à ce qui est important ». Les enfants semblent donc essayer de sélectionner certaines informations et modifient leur façon de lire et d'apprendre leur leçon en fonction des attentes supposées de l'enseignant. De cette manière, ils espèrent coller au plus près des exigences de l'évaluation.

D'autres enfants essaient de réactiver les connaissances acquises en classe avant de lire leur leçon comme en témoignent ces deux extraits issus de deux entretiens : « si j'apprends la révolution française, je vais penser comment ça s'est passé, je me demande et je me pose des questions, enfin qui ont à voir avec ça mais qui sont pas dit dans le texte », « j'essayais de me refaire l'histoire en classe, comment le maître il expliquait, je la refais dans ma tête et après je lis ma leçon. En gros, le maître dans ma tête, je me rappelle comment il expliquait et voilà, après je la lis pour bien comprendre ».

Tout comme dans le modèle de Zimmerman, la phase d'anticipation permet également de définir un but d'apprentissage, voire des sous-objectifs, et d'activer les processus motivationnels qui permettront de s'engager dans l'action. Ainsi une enfant évoque avec ses mots la difficulté qu'elle ressent avant de s'engager dans l'apprentissage d'une leçon et les moyens qu'elle met en place pour y remédier : « Juste avant que je lise le document, ben... je ne sais pas... ben... je pense... Déjà, des fois, je suis feignante, enfin, j'ai pas envie de le faire mais après je me dis j'ai pas envie d'avoir une punition et tout ça, faut pas que je sois feignante, c'est pas bien, et je vais m'y mettre, je vais commencer [...] ». En imaginant les répercussions négatives de son renoncement à apprendre la leçon, cette élève se situe dans un but d'évitement de l'échec et augmente légèrement son niveau d'anxiété pour entrer dans la tâche.

5.2 Le modèle de Zimmerman, entre similitudes et différences

Le modèle de Zimmerman est l'un des modèles les plus couramment utilisés dans le champ de l'apprentissage autorégulé. Il se trouve facilement applicable au système scolaire ainsi qu'aisément transmissible aux enseignants. Nous nous sommes donc principalement appuyés sur ce modèle pour effectuer nos recherches. Ainsi, nous souhaitons savoir si les enfants régulaient leurs apprentissages de manière similaire aux adultes, selon le modèle de Zimmerman. Nous voulions étudier la présence des trois phases de ce modèle : anticipation, exécution, auto-évaluation. L'analyse des entretiens individuels a permis de distinguer dans un premier temps sept catégories de verbalisations réduites à cinq dimensions lors des analyses factorielles exploratoires. Ces cinq dimensions présentent des similitudes et des différences avec le modèle de Zimmerman (2002).

Parmi les similitudes, nous retrouvons une phase d'anticipation et une phase de contrôle de l'exécution. Néanmoins, la principale différence observée est que cette phase de contrôle de l'exécution se distingue de la gestion volitionnelle des apprentissages. Dans le modèle de Zimmerman, la volition est une part intégrante de la phase d'exécution. De même, dans nos résultats, la dimension fixation des objectifs est différenciée de la dimension anticipation.

Par ailleurs, nous n'avons pas retrouvé d'éléments en lien avec une phase d'autoévaluation ou d'introspection, comme évoqué dans le modèle de Zimmerman. En effet, aucune verbalisation des enfants ne va dans le sens d'une remise en question, d'un constat ou d'une comparaison avec leurs pairs ou leurs résultats antérieurs, suite au produit de l'apprentissage.

Ce résultat pourrait être lié au développement métacognitif de l'enfant. Malgré le peu de recherches dans ce domaine, il semble que les capacités métacognitives se développent dès l'âge de 2 à 3 ans (Kim et al., 2016; Lyons & Ghetti, 2013). Néanmoins, ce développement ne permet pas avant l'âge de 8 ans de contrôler et d'adapter son comportement, suite à un constat métacognitif comme l'incertitude envers la réponse fournie (de Bruin et al., 2011). Ainsi, ce n'est qu'à l'adolescence que l'apprenant pourrait être en mesure d'évaluer son travail et ses performances (Demetriou & Bakracevic, 2009). Par ailleurs, la précision de l'évaluation continue de s'affiner à l'âge adulte (Demetriou & Bakracevic, 2009).

Cette évolution pourrait être liée au développement des concepts de soi et à l'augmentation des connaissances que l'adolescent possède sur lui-même par rapport aux enfants (Sebastian, Burnett, & Blakemore, 2008 ; cité par Weil et al., 2013). Comme les

capacités métacognitives continuent à se développer durant l'adolescence jusqu'à atteindre un plateau à l'âge adulte (Weil et al., 2013), nous pouvons supposer que les apprenants de 8-10 ans ne sont pas encore capables de remettre en question leur manière d'apprendre.

Un autre point majeur distinguant le profil des enfants par rapport au profil des adultes est la présence d'une dimension sur l'hétérorégulation. En analysant les verbalisations, nous avons constaté qu'ils font régulièrement appel à l'aide de leurs parents ou de leurs aînés pour réviser une leçon. En particulier, cette recherche d'aide leur permet de vérifier s'ils ont suffisamment appris ou non. Cette dimension est donc potentiellement en lien avec l'absence de dimension sur l'autoévaluation des apprentissages. Selon le modèle de Nader-Grobois (2007), les verbalisations des enfants ainsi que les items du questionnaire en lien avec l'hétérorégulation s'apparentent à des stratégies hétérorégulatrices cognitives (e.g. item 29 « Pour savoir si je connais bien ma leçon, je la récite à quelqu'un de plus grand que moi »). L'adulte apporte son soutien dans l'évaluation des performances de l'enfant, l'aidant ainsi à déterminer s'il doit poursuivre ou non son apprentissage.

5.3 Conclusion et pistes de recherche

Cette étude nous a permis de recueillir la perception des élèves de CM1 et CM2 envers leurs apprentissages ainsi que de valider un outil de mesure permettant d'évaluer l'apprentissage autorégulé de ces apprenants. Ainsi, des enseignants, souhaitant intégrer l'apprentissage autorégulé dans leur pratique pédagogique, pourront proposer aux enfants de remplir cette échelle afin de les aider à prendre conscience des ressources qu'ils pourraient déployer pour apprendre, ainsi que de leurs éventuelles difficultés à gérer leurs efforts au cours d'une activité scolaire. Cette échelle peut donc servir de point d'appui pour aborder l'apprentissage autorégulé avec les élèves et/ou repérer d'éventuelles difficultés méthodologiques dans leurs apprentissages.

Les futures recherches pourront s'appliquer à étudier la temporalité de ces dimensions afin de la comparer aux modèles cycliques en trois phases de l'apprentissage autorégulé tel que proposé par Zimmerman (2002).

Par ailleurs, de futures études seront nécessaires pour investiguer le rôle des capacités métacognitives et de contrôle dans la mise en place d'une autorégulation des apprentissages.

La seconde étude de ce travail de thèse portera sur cette perspective.

Etude 2 : Apport des fonctions exécutives dans la mise en place d'un apprentissage autorégulé par les élèves de CM1 et CM2.

1. Objectifs

Dans l'étude précédente, et suite à plusieurs entretiens individuels, nous avons développé et validé une échelle permettant de mesurer la régulation des apprentissages des enfants de 8 à 10 ans. Les résultats de ces premières études ont permis de mieux définir le profil de la régulation des apprentissages des enfants d'âge scolaire en cinq dimensions (anticipation des apprentissages, contrôle de l'exécution, fixation des buts, difficultés volitionnelles et hétérorégulation). Ce profil présente des points communs avec le modèle de Zimmerman (2002) par la présence de stratégies d'anticipation des apprentissages et de contrôle de l'exécution mais en diffère par l'absence d'éléments d'autoévaluation. Nous avons envisagé l'hypothèse que les enfants pourraient ne pas avoir suffisamment développé leurs capacités métacognitives pour évaluer eux-mêmes leurs apprentissages et adapter leur manière d'apprendre à la suite de cette évaluation. Nous avons également mis en avant certaines difficultés pour les enfants à s'engager dans l'activité ainsi qu'à maintenir cet engagement jusqu'à la fin en raison de pensées parasites (e.g. « j'ai la flemme ») ou de distractions. Pour dépasser ces difficultés, les enfants sont amenés à résister à ces distractions, à réactiver leur objectif et à user de différents procédés.

Ainsi, notre objectif est d'investiguer les relations entre l'apprentissage autorégulé et le contrôle cognitif des enfants de 8 à 11 ans, afin de mieux comprendre leur façon de réguler les apprentissages. Nous nous demandons si les capacités exécutives et métacognitives seraient un facteur d'explication et de différenciation individuelle de l'apprentissage autorégulé.

Notre hypothèse principale est que l'apprentissage autorégulé dépendrait des capacités métacognitives et des fonctions exécutives. Nous supposons observer des corrélations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé des enfants.

Par ailleurs, un second objectif est de pouvoir compléter nos connaissances préalables sur les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. Notre précédente recherche sur l'adulte démontrait des corrélations négatives entre ces concepts. Les jeunes adultes semblaient compenser de légères défaillances exécutives par des stratégies d'apprentissage autorégulé bien conscientisées (Laurent et al., en préparation). Nous

souhaitons donc investiguer le sens de ces relations dans une population beaucoup plus jeune n'ayant pas achevé sa maturation cérébrale.

Nous émettons l'hypothèse que les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé partageraient une relation positive contrairement aux résultats observés dans la même étude effectuée chez l'adulte. Les enfants possédant de bonnes capacités exécutives seraient davantage capables de réguler leurs apprentissages que les enfants présentant quelques faiblesses exécutives.

2. Méthode

2.1 Population

Notre échantillon se composait de 97 enfants scolarisés en CM1 ou CM2 dans une école de la région Ile-de-France (44 filles ; $M_{\text{âge}} = 9,44$, $EC_{\text{âge}} = 0,60$). Les enfants étaient issus de cinq classes : deux classes de CM1, deux classes de CM2 et une classe avec un double niveau CM1 et CM2. Les deux classes de CM1 étaient gérées par deux enseignantes à mi-temps. Pour chaque classe, 19 à 20 élèves de l'effectif total ont eu l'autorisation de participer. Les enfants présentant ou ayant présenté un trouble visuel, neurologique et/ou psychiatrique ont été exclus de l'étude.

2.2 Matériel

2.2.1 Evaluation de l'apprentissage autorégulé

Nous avons évalué l'apprentissage autorégulé des élèves avec l'Inventaire d'Autorégulation des Apprentissages par l'Enfant ([IAAE]; Laurent, Pinabiaux, Lorant, Masson, & Fenouillet, en préparation). Cette échelle évalue les capacités d'apprentissage autorégulé ainsi que les défaillances de régulation à travers cinq dimensions s'appuyant sur le modèle de Zimmerman (2002) et sur les dysrégulations évoquées par Cosnefroy (2011) :

- Anticipation de l'apprentissage (6 items) : Cette dimension regroupe des items mesurant la capacité des enfants à anticiper les questions qui pourront lui être posées pendant le contrôle (e.g. « *Avant de commencer à lire ma leçon, j'essaye d'imaginer les questions que le maître ou la maîtresse va me poser* »).
- Fixation des buts (4 items) : Cette dimension évalue la capacité à identifier un objectif à court ou long terme (e.g. « *Si j'apprends bien mes leçons, je pourrais choisir le métier que je souhaite* »).

- Difficultés volitionnelles (4 items) : La volition représente la capacité à maintenir ses efforts sur le long terme jusqu'à l'atteinte d'un objectif préalablement défini. Cette dimension évalue la difficulté à poursuivre son apprentissage jusqu'à son terme (e.g. « *Si je m'arrête pendant mes devoirs, je n'arrive pas à m'y remettre* »).
- Hétérorégulation (4 items) : L'hétérorégulation représente la régulation accompagnée par une autre personne, en général un adulte ou un expert. Cette dimension regroupe des items évaluant la façon dont l'enfant sollicite son entourage pour être accompagné dans son apprentissage (e.g. « *Je demande à mes parents qu'ils me posent des questions sur ma leçon* »).
- Contrôle de l'exécution (4 items) : Cette dimension évalue les stratégies utilisées par l'enfant pour mémoriser ce qu'il est en train d'apprendre (e.g. « *Quand j'apprends, je cache mon cahier et j'essaye de me souvenir ce que j'ai appris* »).

La réponse aux items est cotée sur une échelle de Likert allant de 1 « jamais » à 5 « tout le temps ». Cette échelle a été validée auprès de 766 enfants scolarisés en CM1 et CM2 (âge moyen 9.76 ± 0.69 ans). L'échelle présente une bonne fiabilité avec des alphas de Cronbach pour chaque dimension allant de .69 à .86.

2.2.2 Evaluation des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives des enfants furent évaluées de manière globale avec l'inventaire comportemental des fonctions exécutives [BRIEF] et de manière spécifique avec des tests neuropsychologiques.

BRIEF (Behavioral Rating Inventory of Executive Function; Fournet et al., 2015)

La BRIEF est un questionnaire permettant de réaliser une évaluation écologique du fonctionnement exécutif dans le cadre scolaire et/ou familial des enfants de 5 à 18 ans. Une version est destinée aux parents ou tuteurs de l'enfant et une seconde version est destinée aux enseignants de l'élève. La BRIEF est composée de 86 items regroupés en 8 échelles qui permettent le calcul de deux indices (Voir Figure 10 pour des exemples d'items):

- L'Indice de Régulation Comportemental : inhibition, flexibilité et contrôle émotionnel,

- L'Indice de Métacognition (IMC) : initiation, organisation matérielle, mémoire de travail, planification/organisation, contrôle.

Cet inventaire permet d'obtenir un score Composite Exécutif Global incluant les notes brutes des deux indices précédents. La consigne transmise aux répondants est d'informer si l'enfant a présenté, au cours des six derniers mois, certains des comportements listés dans l'inventaire. Pour chaque item, les répondants doivent entourer une lettre correspondant à jamais, parfois ou souvent.

CEG Score Composite Exécutif Global	IRC Indice de Régulation Comportementale	Inhibition	« Quitte sa chaise quand il ne faut pas »
		Flexibilité	« Est contrarié par les situations nouvelles »
		Contrôle émotionnel	« A des accès de colère pour des raisons anodines »
	IM Indice de Métacognition	Initiation	« Ne démarre pas tout(e) seul(e) quelque chose (n'en prend pas l'initiative) »
		Mémoire de travail	« Oublie ce qu'il ou elle était en train de faire »
		Planification Organisation	« Se sent dépassé quand il y a beaucoup de chose à faire »
		Organisation du matériel	« Laisse sa chambre en désordre »
		Contrôle	« Ne vérifie pas son travail pour voir s'il y a des erreurs »

Figure 10. Structure de la BRIEF et exemples d'items.

Capacités d'inhibition

L'inhibition d'une réponse automatique fut mesurée par la version enfant du test de Stroop (Albaret & Migliore, 1999). A travers l'utilisation de 3 planches présentant des noms de couleurs, des couleurs seules et des noms de couleurs écrites dans une couleur différente, nous évaluons la capacité des enfants à inhiber le processus automatique de lecture.

L'inhibition d'une réponse à un distracteur fut évaluée par la version enfant du test d'attention d2 (Brickenkamp, Schmidt-Atzert, & Liepmann, 2015). La feuille présentée à l'enfant contient 14 lignes de lettres « d » et « p », chacune présentant de 1 à 4 traits situés de part et d'autre de la lettre. Il est demandé à l'enfant de ne barrer que les « d » à deux traits. Il y a trois types de « d » à deux traits : les « d » avec un trait au-dessus, en dessous et de part et d'autre (Figure 11). L'enfant dispose de 20 secondes pour barrer un maximum de « d » à 2 traits sur chaque ligne. Au bout de 20 secondes, nous lui demandons de passer à la ligne

suivante. Dans ce test, nous mesurons le nombre d'éléments traités, le nombre de « d » à deux traits oubliés, le nombre d'erreurs et le nombre d'erreurs corrigées.

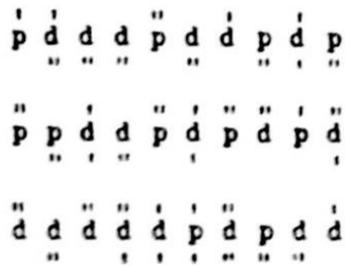


Figure 11. Représentation visuelle du test du d2.

La résistance à l'interférence proactive fut mesurée à l'aide du California Verbal Learning Task (Lussier, 1996). Une première liste de mot est lue à 5 reprises à l'enfant qui doit donner un maximum de mots dont il se souvient entre chaque lecture. Ensuite, une seconde liste de mots est lue à l'enfant qui doit de nouveau donner les mots dont il se souvient. Nous observons si l'enfant a une difficulté à apprendre la seconde liste de mots en raison de la première liste apprise. Nous mesurons le nombre de mots de la 1^{ère} liste apparaissant dans le rappel de la 2^{nde} liste. Le test ayant été validé au Québec, nous avons légèrement adapté la consigne. Le terme « magasiner » est remplacé par « faire les courses » et le terme « magasinage » par le mot « courses ».

Flexibilité mentale

Nous avons évalué la flexibilité mentale avec la version enfant du *Trail Making Test* [TMT] (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Dans un premier temps, l'enfant doit relier le plus rapidement possible des chiffres allant de 1 à 25 dans l'ordre croissant. Ensuite, l'enfant doit relier des chiffres et des lettres en alternance et en respectant l'ordre croissant et l'ordre alphabétique (e.g. 1-A-2-B-3-C...). Nous mesurons le temps de réalisation à chaque tâche ainsi que le nombre d'erreurs commises.

Mise à jour de la mémoire de travail

Afin d'évaluer la mise à jour de la mémoire de travail, nous avons utilisé le test des rimes (Majerus, 2013). L'enfant écoute une série de 1 à 7 mots suivis d'un mot cible après une pause de 2 secondes. L'enfant doit dire si le mot cible rime avec un des mots de la série. Si oui, l'enfant doit également nous préciser avec lequel. Nous mesurons le nombre de bonnes

réponses (oui si le mot rime, non si le mot ne rime pas) ainsi que le nombre de bonnes réponses avec la justification.

Planification

Enfin, le test du zoo nous a permis d'évaluer les capacités de planification (Emslie, Wilson, Burden, Nimmo-Smith, & Wilson, 2003). Dans cette épreuve, l'enfant doit visiter un zoo en respectant un certain nombre de consignes (chemin, animaux...). Nous enregistrons le temps mis par l'enfant avant d'écrire (temps de planification), le temps de réalisation totale de la tâche et le nombre d'erreurs.

2.2.3 Matériel complémentaire

Afin d'approfondir notre étude, nous avons décidé de mesurer les capacités métacognitives des enfants, leur sentiment d'efficacité personnelle dans le cadre scolaire ainsi que l'orientation de leurs buts d'apprentissage.

Métacognition

Les capacités métacognitives des enfants furent évaluées avec la version A de *The Junior Metacognitive Assessment Inventory* [Jr. MAI] (Sperling et al., 2002). Cette échelle est composée de 12 items divisés en deux dimensions : Connaissances métacognitives (*knowledge of cognition*) et Régulation de la cognition (*regulation of cognition*). Les réponses aux items sont données sur une échelle de Likert allant de 1 « jamais » à 3 « toujours ».

Deux personnes anglophones de langue maternelle, vivant en France depuis de nombreuses années et travaillant sur une thématique proche de la métacognition, ont contribué à la traduction de cette échelle.

Une analyse factorielle sur notre échantillon a permis de retrouver cette structure en deux facteurs. Néanmoins les alphas de Cronbach sont inférieurs à .70, ce qui témoigne d'une faible consistance interne des items au sein de cette échelle.

Sentiment d'efficacité personnelle

Pour évaluer le sentiment d'efficacité personnelle des élèves, nous avons utilisé l'échelle construite et validée par Masson et Fenouillet (2013). Les onze items de cette échelle sont divisés en trois dimensions : le SEP en français (e.g. « je comprends les exercices de français », le SEP en math (e.g. « j'arrive toujours à finir mes exercices de math » et le SEP sur les stratégies scolaires (e.g. « Si l'exercice est très difficile, je cherche un moyen pour réussir quand même à trouver la solution »). Ces trois dimensions seraient expliquées par un

facteur de second ordre. Dans notre échantillon, nous retrouvons cette structure en trois facteurs (65,4 % de variance expliquée). Les alphas de Cronbach sont tous supérieurs à .70.

Orientation des buts

Pour évaluer ce domaine, nous avons choisi d'utiliser l'échelle des buts d'accomplissement d'Elliot et McGregor (2001) validée en français (Darnon & Butera, 2005).

Cette échelle ayant été traduite et validée sur un échantillon d'étudiants, nous avons procédé à quelques ajustements pour l'adapter aux élèves de CM1 et CM2. Les douze items de l'échelle sont partagés en quatre dimensions : performance-approche, performance-évitement, maîtrise-approche et maîtrise-évitement. Nous retrouvons cette structure en quatre facteurs dans notre échantillon (70% de variance expliquée) et les alphas de Cronbach sont supérieurs à .70.

2.3 Procédure

Cette étude a été approuvée par les comités d'éthique des Universités Paris Descartes et Paris Nanterre (Annexe 7).

Lors d'une visite dans l'école, nous avons expliqué les objectifs et le déroulement de l'étude aux enseignants et aux élèves. Les élèves souhaitant participer devaient faire remplir une autorisation parentale et une fiche signalétique à leurs responsables légaux (Annexe 8). Ils devaient également donner leur consentement écrit (Annexe 8). La fiche signalétique nous permettait d'obtenir certaines informations liées à la santé de l'enfant et pouvant compromettre les résultats de notre étude (e.g. daltonisme, traumatisme crânien, trouble psychiatrique). Si un enfant présentait un de ces critères d'exclusion, ses résultats étaient retirés avant les analyses. L'étude s'est ensuite déroulée en deux phases. Tout d'abord, les enfants ont répondu aux différentes échelles en classe entière. Puis, nous avons évalué leurs fonctions exécutives au cours d'un entretien individuel d'une heure ayant lieu dans une salle de l'école. En parallèle, nous demandions aux enseignants et aux parents d'élèves de répondre à la BRIEF.

2.4 Analyse des données

Nos données furent toutes traitées sur les logiciels Statistica et SPSS. Nous avons effectué des analyses de corrélations et de régressions pour investiguer les liens entre les fonctions exécutives, l'apprentissage autorégulé et la métacognition ainsi que pour étudier leurs influences mutuelles. Des analyses de la variance ont permis de mesurer l'effet du sexe

et du niveau scolaire sur les fonctions exécutives, l'apprentissage autorégulé et la métacognition.

En raison du nombre important de variables mesurées et intégrées dans nos analyses, en particulier dans les analyses corrélationnelles, il semble pertinent de s'interroger sur la nécessité de procéder à une correction des seuils de significativité. Lors de tests multiples, le risque d'erreurs de type I ou α augmente. Ainsi, la probabilité de trouver un résultat significatif, alors qu'il ne l'est normalement pas, augmente avec le nombre d'hypothèses testées (Armstrong, 2014; Noble, 2009). Pour limiter ce risque, certaines corrections telles que celle de Bonferroni ont vues le jour. Cette correction permet de diminuer le *familywise error rate*, la probabilité qu'il y ait au moins une erreur dans la famille. La famille est constituée de l'ensemble des hypothèses testées, donc toutes les comparaisons 2 à 2 dans le cas de corrélations (Field, 2009). La correction de Bonferroni est donc généralement utilisée pour ajuster les p-valeurs dans le cas de tests multiples. Bien que de plus en plus utilisée, elle est sujette à de nombreuses controverses. En limitant le risque d'erreurs de type I, cette correction très stricte augmente considérablement le risque d'erreurs de type II, autrement dit la probabilité de passer à côté d'un résultat significatif (Cabin & Mitchell, 2000). Ce risque d'erreurs de type II augmente d'autant plus que le nombre de variables intégrées dans l'analyse est important (Field, 2009). Les résultats d'une méta-analyse montrent que très peu d'études justifient leur utilisation de la méthode de Bonferroni comme moyen de limiter les erreurs de type I et encore moins prennent en compte le corolaire, c'est-à-dire l'augmentation du risque d'erreur de type II si la correction est appliquée (Armstrong, 2014). Les études ayant pris en compte ce risque ont finalement choisi de ne pas corriger leurs seuils. De plus, la décision d'appliquer ou non une correction est fréquemment subjective (Cabin & Mitchell, 2000). Selon Perneger (1998), une utilisation systématique et aveugle de la correction de Bonferroni pourrait entraîner une sous-détection importante d'effets pourtant réels. Certains auteurs ont donc formulé certaines recommandations à l'égard des chercheurs utilisant des tests multiples. Les chercheurs devraient bien déterminer les objectifs de leur recherche (Armstrong, 2014) avant d'explicitier leur raisonnement amenant à la décision d'utiliser ou non une correction de seuil (Cabin & Mitchell, 2000). Enfin, les auteurs devraient évoquer ce que seraient leurs conclusions s'ils avaient utilisé une approche statistique alternative (Cabin & Mitchell, 2000).

Dans la mesure où notre étude est exploratoire et a pour objectif d'ouvrir ce champ de recherche, nous pouvons nous interroger sur la pertinence de l'utilisation d'une correction de seuil (Perneger, 1998).

En raison du faible nombre d'études réalisées dans notre domaine et de la dimension exploratoire de notre recherche, nous décidons de ne pas procéder à des corrections de seuils tout en prenant en compte le risque augmenté d'erreurs de type I.

Pour la suite des analyses, il est donc primordial de garder à l'esprit qu'il est systématique de trouver des corrélations significatives lorsque plusieurs variables sont intégrées dans une matrice de corrélations. Les résultats suivants seront donc à prendre avec du recul et nécessiteront des études ultérieures pour les confirmer.

3. Résultats

3.1 Analyses préliminaires

3.1.1 Influence du sexe et du niveau scolaire sur le contrôle cognitif et sur l'apprentissage autorégulé

Dans un premier temps, nous avons vérifié l'impact du niveau scolaire et du sexe sur les variables de l'apprentissage autorégulé, de la métacognition et des fonctions exécutives.

Au niveau de l'apprentissage autorégulé, seule la dimension hétérorégulation diffère en fonction du niveau scolaire, $F(1,93) = 4,57, p < .05$. Les élèves de CM2 ($\mu = 4,10 ; \sigma = 0,77$) font davantage appel à une tierce personne pour réaliser leur travail scolaire que les CM1 ($\mu = 3,69 ; \sigma = 0,99$). Nous n'observons aucun effet du sexe sur ces variables. De même, le sexe et le niveau scolaire n'ont pas d'effet sur les capacités métacognitives, $F(1,92) = 0,016, ns$.

Les scores obtenus à l'aide des tests neuropsychologiques mesurant les fonctions exécutives sont davantage impactés par le sexe et le niveau scolaire des élèves. En effet, nous observons un effet principal du niveau scolaire sur le score d'interférence au test de Stroop, $F(1,87) = 6,17, p < .05$ et sur le score de bonnes réponses avec précision du mot rimant dans le test des rimes, $F(1,87) = 4,28, p < .05$. Les élèves de CM2 résistent mieux à l'interférence provoquée par le test de Stroop que les élèves de CM1. De même, les élèves de CM2 présentent de meilleures capacités que les élèves de CM1 à mettre à jour leur mémoire de travail (Tableau 4). Nous observons également un effet principal du sexe sur le temps de réalisation du test du zoo, $F(1,87) = 11,07, p < .01$. Les garçons ($\mu = 144,59 \pm 79,60$ secondes) réalisent cette tâche plus rapidement que les filles ($\mu = 212,65 \pm 112,97$ secondes).

Tableau 4 : Synthèse des différences significatives entre les scores obtenus par les élèves de CM1 et CM2 sur les tests et échelles (Tableaux complets en Annexe 9: Tableau 20 à Tableau 27).

	CM1	CM2	<i>p</i> <
Interférence Stroop	28,98 ± 6,39	32,66 ± 5,87	.03
Test des Rimes	24,92 ± 4,99	27,11 ± 4,47	.05
Hétérorégulation	3,69 ± 0,99	4,10 ± 0,77	.04
Mémoire de travail (BRIEF Parents)	56,71 ± 11,94	51,69 ± 9,45	.04
Contrôle (BRIEF Parents)	56,42 ± 11,66	50,55 ± 9,76	.01
Flexibilité (BRIEF Enseignants)	47,21 ± 9,56	52,77 ± 12,11	.03

Les réponses des parents et des enseignants aux dimensions de la BRIEF varient également en fonction du niveau scolaire. Ainsi, nous observons un effet principal du niveau scolaire sur les dimensions mémoire de travail ($F(1,88) = 4,79, p < .05$) et contrôle ($F(1,88) = 6,60, p < .05$) de cette échelle. Selon les parents, les élèves de CM2 présentent de meilleures capacités de mémoire de travail et de contrôle que les élèves de CM1. La dimension flexibilité de cette même échelle, mais évaluée par les enseignants, permet également de distinguer les élèves de CM1 et de CM2, $F(1,93) = 6,18, p < .05$. A l'inverse des résultats obtenus grâce aux parents, les enseignants semblent observer davantage de difficultés de flexibilité chez les élèves de CM2 que chez les élèves de CM1 (Tableau 4).

3.1.2 Inter-corrélations entre les fonctions exécutives et la métacognition

En raison du nombre important de corrélations trouvées entre nos différentes variables, nous décrirons globalement ces résultats.

Tout d'abord, nous pouvons constater que les parents et les enseignants évaluent de manière similaire les enfants. En effet, la plupart des dimensions de la BRIEF remplies par les parents sont significativement corrélées à l'évaluation des enseignants (Tableau 5).

Tableau 5 : Corrélations entre l'évaluation des parents et des enseignants à la BRIEF.

	Parents-Enseignants
Inhibition	.44***
Contrôle émotionnel	.19
Flexibilité	.22*
Initiation	.28*
Mémoire de travail	.41***
Planification/Organisation	.52***
Organisation du matériel	.38***
Contrôle	.35**

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Ces corrélations, semblables à celles présentées dans le manuel de la BRIEF, vont de modérées à fortes. Elles témoignent ainsi d'une bonne cohérence entre l'évaluation des parents et celles des enseignants. Nous remarquons que l'évaluation par les parents des capacités de planification et d'organisation est fortement corrélée à celle des enseignants ($r = .52, p < .001$; Figure 12). Il est possible que les difficultés associées à cette dimension soient présentes dans les deux milieux de l'enfant que sont l'école et la maison.

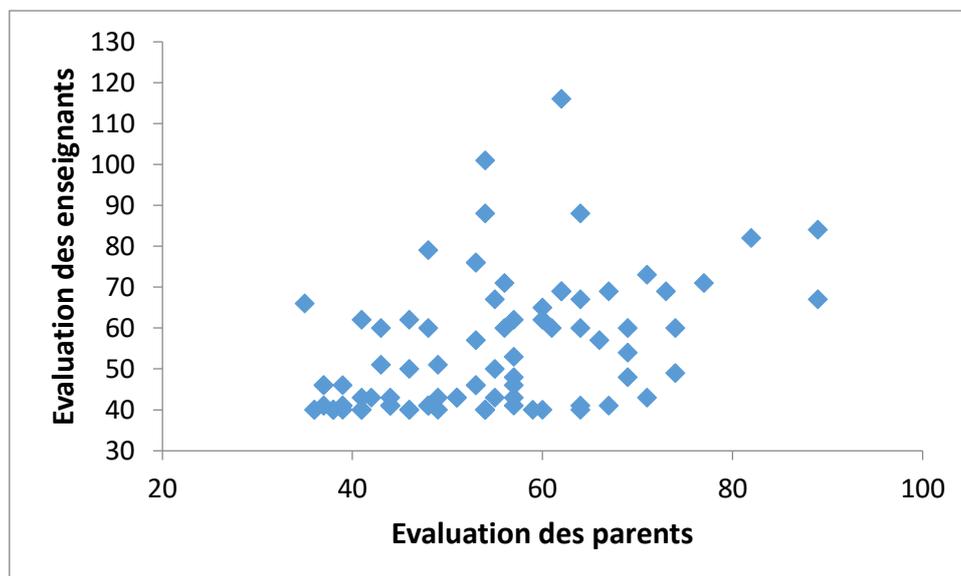


Figure 12. Graphique représentant la corrélation entre l'évaluation des parents et des enseignants pour la dimension Planification et Organisation de la BRIEF ($r = .52, p < .001$).

La seule dimension de la BRIEF dont l'évaluation des parents n'est pas corrélée à celle des enseignants est le contrôle émotionnel ($r = .19$, ns). Les enseignants ($\mu = 54,28$; $\sigma = 15,49$) évoqueraient plus de difficultés que les parents ($\mu = 53,43$; $\sigma = 12,50$) bien que cette différence ne soit pas significative ($t(87) = 0,06$, ns).

L'évaluation de la métacognition par la MAI-jr est corrélée négativement avec le nombre de bonnes réponses lors de la tâche d'interférence du Stroop ($r = -.29$, $p < .01$). La métacognition n'est pas corrélée aux autres mesures neuropsychologiques des fonctions exécutives ni avec l'évaluation des fonctions exécutives par les parents (BRIEF). Cependant, elle est significativement corrélée avec l'évaluation de l'inhibition ($r = .23$, $p < .05$) et du contrôle émotionnel ($r = .24$, $p < .05$) par les enseignants.

Nous avons également vérifié la concordance des évaluations neuropsychologiques et de l'évaluation des fonctions exécutives par la BRIEF (Tableau 6). La plupart des scores obtenus par les enfants sont cohérents avec l'évaluation de leurs parents ou de leurs enseignants.

Tableau 6 : Matrice de corrélations entre les scores exécutifs aux tests neuropsychologiques et les dimensions correspondantes dans les versions Parent et Enseignant de la BRIEF.

	Planche B2	D2 distract	Erreur zoo	Score total	RC détail	TMTB- TMTA
Inhibition (Parents)	-.16	.16				
Inhibition (Enseignants)	-.25*	.27*				
Organisation du matériel (Parents)			.29**			
Organisation du matériel (Enseignants)			.31**	-.26*		
Planification/ Organisation (Parents)			.23*			

Planification/ Organisation (Enseignants)	.25*	
Mémoire de travail (Parents)		-.36***
Mémoire de travail (Enseignants)		-.56***
Flexibilité (Parents)		.32**
Flexibilité (Enseignants)		.19

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

3.2 Relations entre fonctions exécutives, métacognition et apprentissage autorégulé

Dans un second temps, nous souhaitons étudier les relations existantes entre les capacités exécutives, les capacités métacognitives et l'utilisation de stratégies d'apprentissage autorégulé. Pour ce faire, nous avons analysé les matrices de corrélations de l'ensemble de nos variables (Annexe 10).

3.2.1 Anticipation des apprentissages

Nous remarquons que la dimension anticipation des apprentissages est corrélée avec plusieurs variables liées au contrôle cognitif. En effet, les capacités métacognitives sont significativement corrélées à cette dimension ($r = .37$, $p < .001$). Les élèves présentant des scores élevés à la MAI-Jr utilisent des stratégies permettant d'anticiper leurs apprentissages.

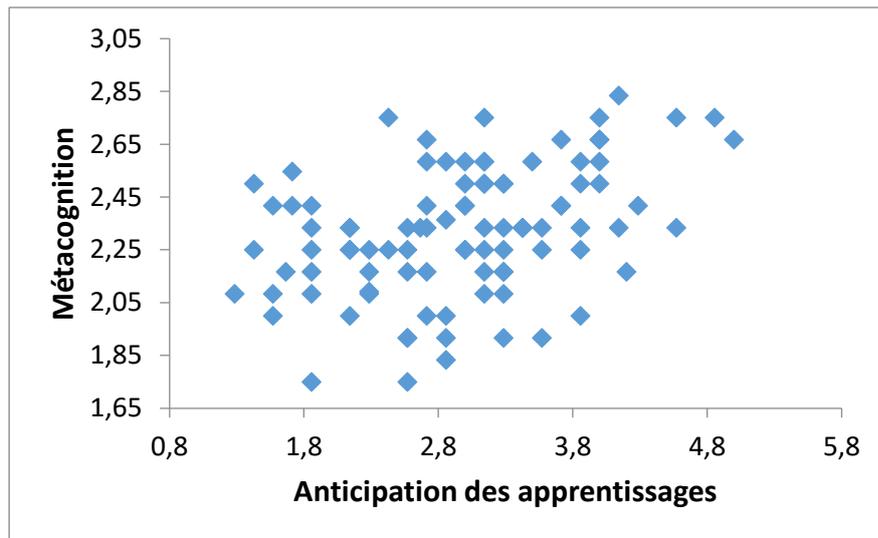


Figure 13. Graphique de corrélation entre les scores de métacognition et l'utilisation de stratégies d'anticipation ($r = .37, p < .001$).

Nous constatons deux corrélations avec la mise à jour de la mémoire de travail (test de rimes ; Figure 14) : l'une positive avec le nombre total d'erreurs ($r = .31, p < .01$) et l'autre négative avec le nombre de réponses correctes ($r = -.30, p < .01$). La première corrélation signifie qu'un nombre d'erreurs élevé est associé à un niveau important d'anticipation. Autrement dit, un élève éprouvant des difficultés à mettre à jour sa mémoire de travail, anticipera plus ses apprentissages qu'un élève n'ayant pas cette difficulté. La deuxième corrélation représente la réciproque ; un nombre important de bonnes réponses est associé à une moindre anticipation des apprentissages. Ainsi, un élève qui a des facilités à mettre à jour les informations dans sa mémoire de travail ne semble pas avoir besoin d'anticiper ses apprentissages.

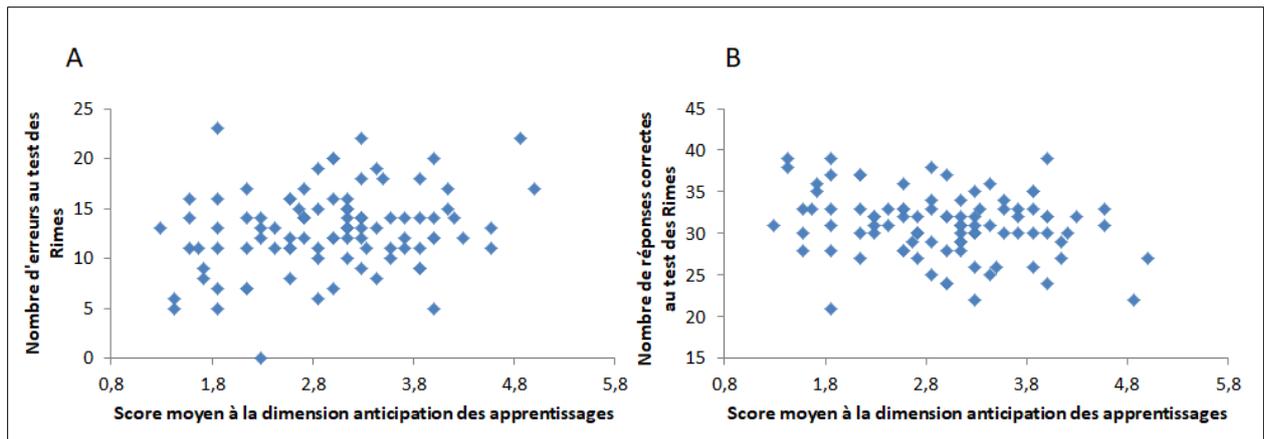


Figure 14. Graphiques de corrélation entre le test des Rimes et le score obtenu à la dimension anticipation des apprentissages. Fig. A. Corrélation entre le nombre d'erreurs au test des Rimes et la dimension anticipation des apprentissages ($r = .31, p < .01$). Fig. B. Corrélation entre le nombre de réponses correctes au test des Rimes et la dimension anticipation des apprentissages ($r = -.30, p < .01$).

Nous observons une dernière corrélation allant dans le même sens. La dimension planification/organisation de la BRIEF, évaluée par les enseignants, est corrélée positivement avec la dimension anticipation de l'apprentissage autorégulé ($r = .23, p < .05$). Contrairement à ce que nous pourrions penser, cette corrélation ne signifie pas qu'un élève doué dans la planification et l'organisation de son quotidien serait un apprenant sachant anticiper ses apprentissages. Dans la BRIEF, un score élevé représente une difficulté. Ainsi, les élèves présentant un score élevé dans la dimension Planification/Organisation de la BRIEF ont, selon leurs enseignants, une difficulté à gérer leur quotidien dans la classe. Donc, la corrélation présentée ici signifie qu'un élève ayant des difficultés à s'organiser usera davantage de stratégies pour anticiper ses apprentissages que ses pairs (Figure 15).

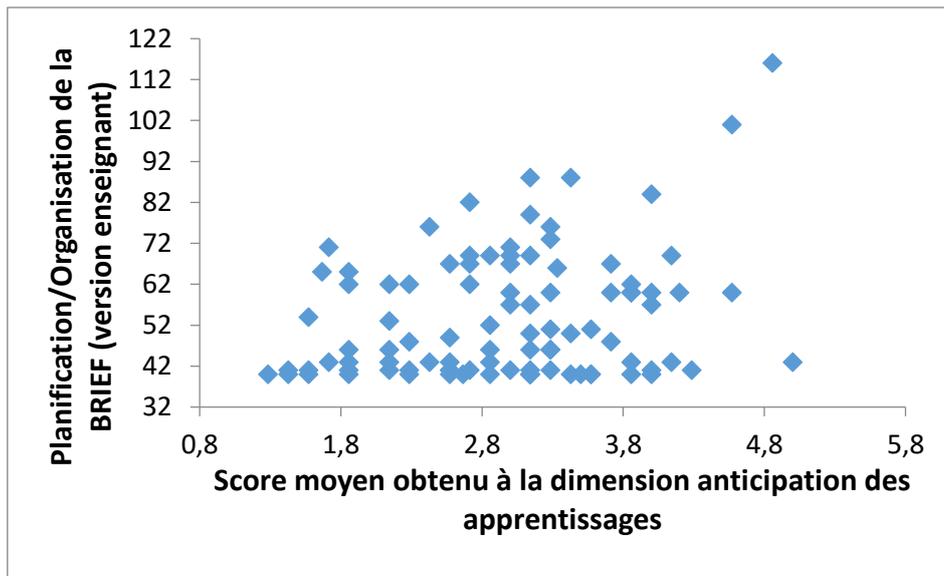


Figure 15. Graphique de corrélation entre le score de planification et organisation de la BRIEF, évalué par les enseignants, et le score d'anticipation des apprentissages ($r = .23$, $p < .05$).

Enfin, nous observons une dernière corrélation significative entre l'anticipation des apprentissages et l'inhibition d'une réponse automatique (Figure 16). Le nombre de bonnes réponses lors de la tâche interférente du Stroop est corrélée négativement avec l'anticipation, $r = -.28$, $p < .05$.

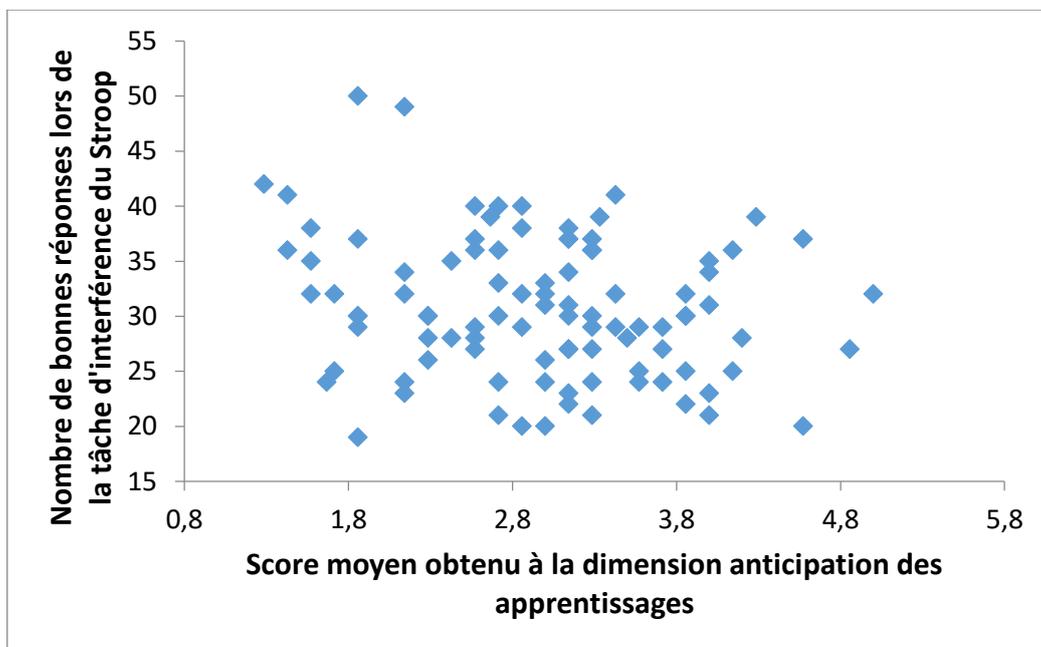


Figure 16. Graphique de corrélation entre le nombre de bonnes réponses à la tâche d'interférence du test de Stroop et le score d'anticipation des apprentissages ($r = -.28$, $p < .05$).

Cette corrélation signifie qu'un nombre important de bonnes réponses est lié à un faible score d'anticipation. Elle peut s'expliquer de diverses manières :

- Les enfants disposant de bonnes capacités d'anticipation ne resteraient pas focalisés sur la dénomination de la couleur de l'encre mais anticiperaient déjà la réponse au mot suivant. La métacognition étant corrélée avec l'anticipation, nous pourrions supposer que les enfants prendraient conscience de la difficulté de la tâche et ralentiraient leur rythme de lecture pour éviter de se tromper. Dans ce cas, nous devrions également observer une corrélation entre la situation d'interférence au test de Stroop et la métacognition.

- Les élèves qui lisent le plus de mots se précipitent, ils n'anticipent pas les tâches à accomplir et devraient commettre un nombre important d'erreurs. Nous devrions donc observer une corrélation positive entre le nombre de bonnes réponses en situation d'interférence et le temps de planification au test du zoo. De plus, il pourrait y avoir un lien entre le nombre de bonnes réponses et le nombre d'erreurs au sein du même test.

- Les élèves énonçant un grand nombre de bonnes réponses en un temps limité témoignent de bonnes capacités d'inhibition d'une réponse automatique et n'auraient pas besoin d'utiliser des stratégies d'anticipation particulière. Ces enfants n'éprouveraient pas le besoin d'anticiper des situations à risques car ils pourraient inhiber leur réponse sans difficulté au moment où cette dernière se présenterait.

Nous avons donc analysé les corrélations entre ce résultat au test de Stroop, la métacognition, le temps de planification au test du zoo et le nombre d'erreurs au sein du test de Stroop (Tableau 7).

Tableau 7 : Corrélations entre l'interférence au Stroop, la métacognition, le temps de planification au test du Zoo et le nombre d'erreurs au test de Stroop.

	Métacognition	Planification (test du Zoo)	Nombre d'erreurs au test de Stroop
Interférence Stroop	-.27**	.11	-.29**

**p < .01

Nous observons une corrélation négative entre le score de métacognition et la situation d'interférence au test de Stroop. Les élèves présentant de bonnes capacités métacognitives lisent moins de mots que les élèves disposant de capacités métacognitives plus faibles. Ce résultat est congruent avec la corrélation observée sur l'anticipation des apprentissages. Nous pouvons imaginer que les élèves ayant de bonnes capacités

métacognitives ralentissent leur rythme de production de réponse afin de ne pas se tromper ; ils ont conscience que la tâche demande des ressources cognitives plus importantes. Ce résultat peut aller dans le sens de notre deuxième piste d'explication : les enfants qui lisent un grand nombre de mots se précipitent et n'anticipent donc pas la difficulté de la tâche. Cependant, nous n'observons pas de corrélations significatives entre l'interférence du test de Stroop et le temps de planification mesuré au test du Zoo. Dans ce dernier test, plusieurs enfants se précipitaient sur la tâche sans prendre le temps ni d'anticiper ni de programmer leurs déplacements. De plus, et contrairement à ce que nous aurions pu penser, le nombre de bonnes réponses lors de la tâche d'interférence du Stroop est corrélé négativement au nombre total d'erreurs. Les élèves qui commettent beaucoup d'erreurs lisent moins de mots car une grande partie d'entre eux prennent le temps de les corriger (e.g. « rrouge... euh.. vert ! »). En effet, il existe une corrélation très forte entre le nombre total d'erreurs et le nombre d'erreurs auto-corrigées ($r = .89, p < .001$). Ce dernier résultat témoigne d'une capacité à contrôler ses processus à l'instant même de l'activité.

Ainsi, l'analyse de ces corrélations semble indiquer que les enfants énonçant un nombre important de bonnes réponses n'ont pas nécessairement besoin d'anticiper leurs apprentissages ; ils inhiberaient facilement une réponse automatique qui se présenterait de manière importune.

3.2.2 Volition

La dimension « difficultés volitionnelles » de notre échelle présente de nombreuses corrélations modérées à fortes avec l'évaluation des fonctions exécutives des enfants (Annexe 10). Pour favoriser la lisibilité de nos résultats, nous avons inversé les réponses des participants à cette dimension. Ainsi, un score de 1 sur l'échelle de Likert signifie que l'enfant présente des difficultés à maintenir ses efforts dans le temps et un score de 5 signifie qu'il possède de bonnes capacités volitionnelles.

La volition est ainsi particulièrement corrélée avec la flexibilité mentale, la mémoire de travail et la planification (Tableau 8). La particularité de ces corrélations est qu'elles sont retrouvées à la fois avec les mesures directes des fonctions exécutives (i.e. évaluation individuelle de l'enfant avec des tests neuropsychologiques) et avec les mesures indirectes de ces mêmes fonctions (i.e. évaluation externe effectuée par les parents et/ou les enseignants sur la BRIEF). Ainsi, nous constatons une corrélation forte et significative entre le coût de flexibilité mentale et la volition ($r = -.42, p < .001$), et cette corrélation est également retrouvée par l'évaluation des parents sur la BRIEF ($r = -.49, p < .001$). De même, les

mesures directes et indirectes de la mémoire de travail sont corrélées avec la volition. L'évaluation des parents ($r = -.28, p < .05$) et des enseignants ($r = -.29, p < .01$) est congruente avec l'évaluation des capacités de mise à jour par le test des rimes ($r = .31, p < .01$).

Tableau 8 : Corrélations et seuil de significativité entre les fonctions exécutives et les capacités volitionnelles des enfants évaluées par les tests neuropsychologiques et la BRIEF.

	Volition	
	<i>r</i>	<i>p</i> <
Flexibilité mentale		
Coût de flexibilité mentale (TMTB-TMTA)	-.42	.001
Nombre d'erreurs au TMT B	-.26	.05
Flexibilité (BRIEF Parent)	-.49	.001
Planification		
Nombre total d'erreurs au test du Zoo	-.25	.05
Score total au test du Zoo	.28	.05
Planification/Organisation (BRIEF Parent)	-.24	.05
Planification/Organisation (BRIEF Enseignant)	-.24	.05
Mémoire de travail		
Nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes	.31	.01
Mémoire de travail (BRIEF Parent)	-.28	.05
Mémoire de travail (BRIEF Enseignant)	-.29	.01
Inhibition		
Nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop	-.27	.05

Inhibition (BRIEF Parent)	-0.26	.05
<hr/>		
Autres		
<hr/>		
Contrôle (BRIEF Parent)	-0.24	.05
Initiation (BRIEF Enseignant)	-0.32	.01

Bien que pour la plupart négatifs, ces coefficients de corrélation vont dans le sens d'une liaison positive entre les fonctions exécutives et les capacités volitionnelles des élèves. Les enfants qui présentent des bons scores aux tests et échelles évaluant leurs fonctions exécutives sont enclins à maintenir leurs efforts d'apprentissage dans le temps et face à l'adversité. Par contre, un élève présentant des difficultés de flexibilité mentale, selon l'évaluation des parents sur la BRIEF, présente également des difficultés à maintenir ses efforts dans le temps (Figure 17).

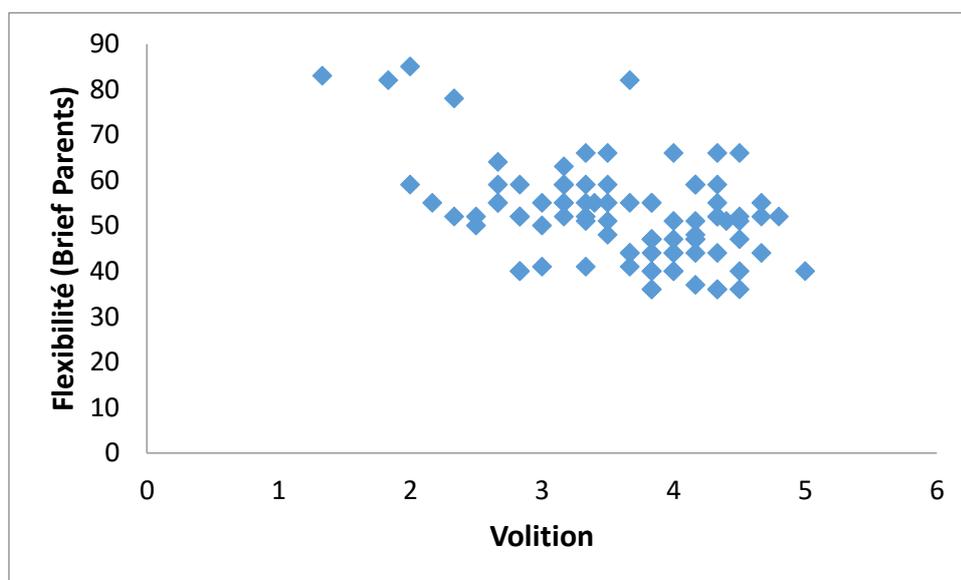


Figure 17. Graphique de corrélation entre le score de flexibilité mentale évalué par les parents et le score de volition obtenu par les enfants ($r = -.49, p < .001$).

3.2.3 Contrôle de l'exécution

Nos résultats démontrent des résultats similaires à ceux observés pour la volition. Les corrélations significatives sont néanmoins moins nombreuses.

La dimension « contrôle de l'exécution » est significativement corrélée au score de métacognition ($r = .37, p < .001$; Figure 18), au nombre d'erreurs non corrigées au test de

Stroop ($r = -.27, p < .05$), au score d'inhibition de la version parent de la BRIEF ($r = -.23, p < .05$), au score de flexibilité de la version parent de la BRIEF ($r = -.39, p < .001$; Figure 19), et au score de contrôle de la version parent de la BRIEF ($r = -.23, p < .05$).

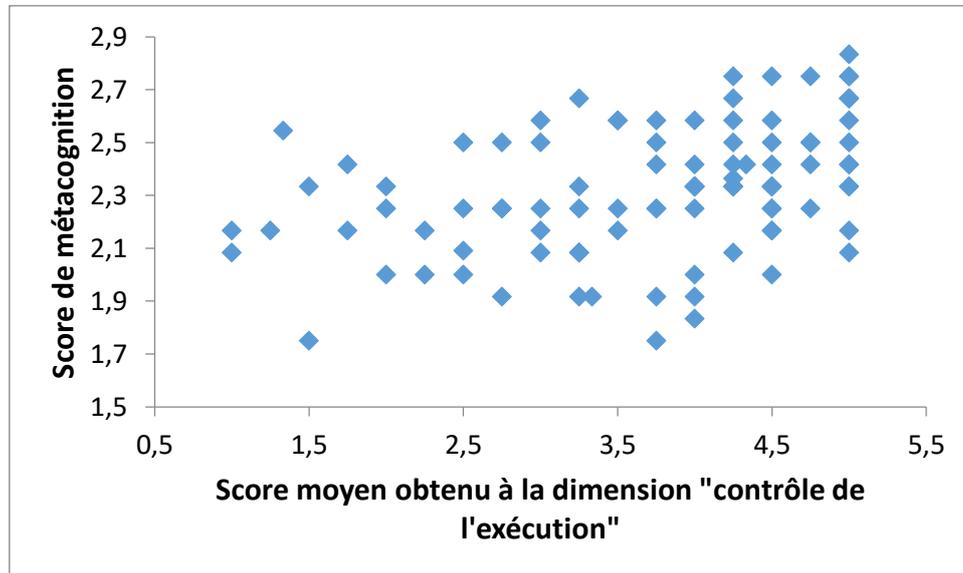


Figure 18. Nuage de points représentant la corrélation entre le score de métacognition et le score de contrôle de l'exécution ($r = .37, p < .001$).

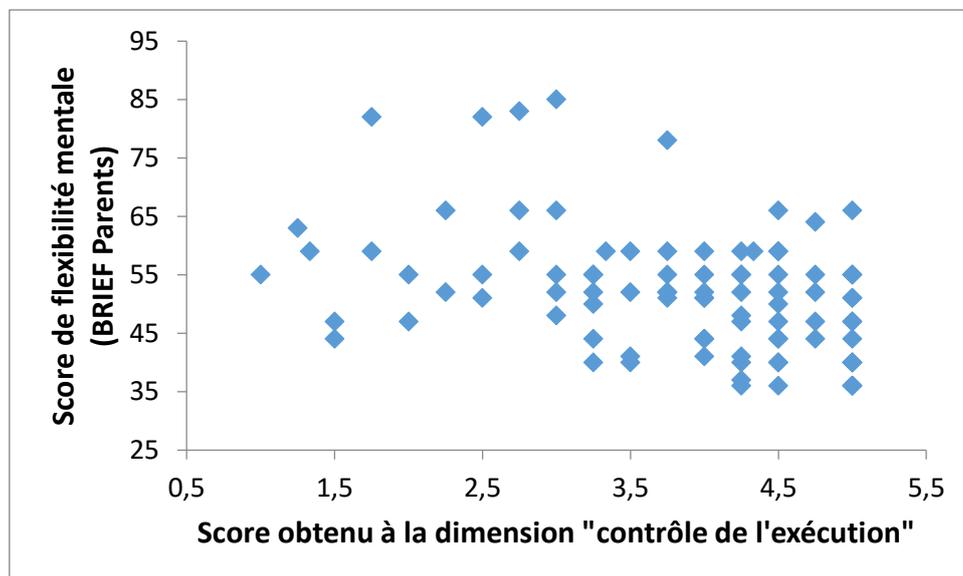


Figure 19. Nuage de points représentant la corrélation entre l'évaluation de la flexibilité mentale par les parents et le score de contrôle de l'exécution ($r = -.39, p < .001$).

Ces résultats signifient que de bonnes capacités exécutives dans la vie quotidienne mais aussi dans les mesures expérimentales d'inhibition sont liées à une bonne capacité à

contrôler son apprentissage (e.g. item 27 : « Après avoir lu ma leçon, je cache mon cahier et j'écris tout ce dont je me souviens »).

3.2.4 Hétérorégulation

Comme pour la dimension « difficultés volitionnelles », la dimension « hétérorégulation » est liée avec plusieurs variables des fonctions exécutives. Ces corrélations sont congruentes avec l'hypothèse que les fonctions exécutives sont positivement corrélées aux stratégies d'apprentissage autorégulé (Tableau 9).

Tableau 9 : Corrélations et valeurs de la significativité entre certaines variables du contrôle cognitif et la dimension hétérorégulation.

	Hétérorégulation	
	<i>r</i>	<i>p</i> <
Métacognition	.46	.001
Nombre d'erreurs corrigées au test de Stroop	.22	.05
Flexibilité (BRIEF Parent)	-.26	.05
Initiation (BRIEF Parent)	-.26	.05
Mémoire de travail (BRIEF Enseignant)	-.22	.05
Organisation du matériel (BRIEF Enseignant)	-.23	.05

Nous constatons une corrélation particulièrement forte entre les capacités de métacognition et d'hétérorégulation ($r = .46, p < .001$). Cette corrélation signifie que les enfants possédant de bonnes capacités métacognitives sont plus souvent épaulés par une tierce personne lors de leurs apprentissages. Nous pourrions supposer que ces enfants, en prenant conscience d'une difficulté, feraient plus facilement appel à l'aide d'un adulte pour réguler leurs apprentissages. Ce résultat tend à être confirmé par la corrélation très modérée entre le nombre d'erreurs corrigées au test de Stroop et l'hétérorégulation ($r = .22, p < .05$). Les enfants qui commettent des erreurs lors de ce test, mais qui s'en aperçoivent et les corrigent, requièrent plus favorablement l'aide d'une autre personne pour réguler leurs apprentissages que leurs pairs commettant des erreurs sans les corriger.

3.2.5 Fixation des buts

La dimension « fixation des buts » est significativement corrélée avec le nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop ($r = -.35, p < .001$), le nombre de bonnes réponses détaillées au test des rimes ($r = .30, p < .01$), la dimension flexibilité de la version Parent de la BRIEF ($r = -.36, p < .001$), et la dimension mémoire de travail de la version Enseignant de la BRIEF ($r = -.24, p < .05$).

L'ensemble de ces corrélations sont cohérentes avec nos précédents résultats. Les enfants ayant de bonnes capacités exécutives sont aussi ceux qui se fixent des objectifs d'apprentissage. Par exemple, les corrélations entre la mémoire de travail et la dimension fixation des buts pourraient signifier qu'un enfant qui arrive à prendre en compte les différents éléments d'une situation d'apprentissage pourrait plus aisément se fixer des objectifs et sous-objectifs d'apprentissage ainsi que maintenir et réactiver ses objectifs pendant l'activité.

3.3 Régressions multiples

En dernier lieu, nous souhaitons vérifier l'hypothèse que la qualité de l'efficacité exécutive aurait une influence sur la mise en place de la régulation des apprentissages.

Nos premiers résultats démontrent, par de nombreuses corrélations, que les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé sont liés. Les corrélations observées indiquent une relation entre ces variables mais ne nous permettent pas de vérifier notre hypothèse selon laquelle l'apprentissage autorégulé dépendrait des capacités exécutives, et plus largement du contrôle cognitif. De plus, une même dimension de l'apprentissage autorégulé peut être corrélée à plusieurs variables exécutives. Plusieurs variables seraient donc susceptibles d'influencer une même facette de l'apprentissage autorégulé. Par conséquent, nous souhaitons mesurer, par des analyses de régression, la part de variance expliquée par l'ensemble des variables exécutives corrélées à une même dimension de l'apprentissage autorégulé. Les modèles, que nous exposerons ci-dessous, nous permettront également de déterminer les variables exécutives pouvant prédire l'utilisation de stratégies d'apprentissage autorégulé.

Pour chacune des analyses, la variable dépendante correspondait à une dimension de l'apprentissage autorégulé. Les variables indépendantes ajoutées dans l'analyse étaient les différentes variables du contrôle cognitif (métacognition et/ou fonctions exécutives) corrélées avec cette dimension de l'apprentissage autorégulé (Tableau 10 pour une synthèse).

Ainsi, dans une première analyse, nous avons proposé un modèle où la dimension « anticipation des apprentissages » serait expliquée par les variables métacognition, nombre de bonnes réponses au test de Stroop, nombre de réponses correctes et nombre d'erreurs au test des rimes ainsi que l'évaluation par les parents de la dimension planification et organisation de la BRIEF. L'ensemble de ces variables introduites dans le modèle expliquent 24% de la variance totale, $F(5,88) = 5,40$, $p < .001$. De toutes les variables introduites, la métacognition ($\beta = .35$, $t(88) = 3,50$, $p < .001$) est la seule qui a un poids significatif sur l'anticipation des apprentissages.

Dans le modèle impliquant la dimension « volition », nous avons intégré les variables suivantes issues des tests neuropsychologiques : erreurs non corrigées au test de Stroop, nombre total d'erreurs au test du zoo, score total au test de zoo, nombre de réponses correctes détaillées au test des rimes, temps de flexibilité du Trail Making Test, le nombre d'erreurs au Trail Making Test. Nous avons également ajouté plusieurs dimensions des versions Parent et Enseignant de la BRIEF : inhibition, flexibilité, mémoire de travail, planification/organisation et contrôle de la version Parent ; initiation, mémoire de travail et planification/organisation de la version Enseignant. Les quatorze variables introduites dans ce modèle expliquent 41% de la variance de la dimension difficultés volitionnelles, $F(14,68) = 3,38$, $p < .001$. Parmi toutes les variables introduites dans le modèle, seules les difficultés de flexibilité mentale évaluées par les parents ont un poids significatif sur la volition ($\beta = -.40$, $t(68) = -3,29$, $p < .01$).

La variance de la dimension « contrôle de l'exécution » est expliquée à 32% par la métacognition, le nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop et par les dimensions inhibition, flexibilité et contrôle évaluées par les parents à l'aide de la BRIEF, $F(5,83) = 7,93$, $p < .001$. La métacognition ($\beta = .34$, $t(83) = 3,73$, $p < .001$), le nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop ($\beta = -.28$, $t(83) = -3,01$, $p < .01$) et la flexibilité ($\beta = -.27$, $t(83) = -2,45$, $p < .05$) ont toutes les trois un poids significatif sur le contrôle de l'exécution.

Concernant la dimension « hétérorégulation », l'ensemble des variables introduites dans le modèle expliquent 34% de la variance de cette dimension, $F(6,80) = 6,80$, $p < .001$. Ces variables sont le score de métacognition, le nombre d'erreurs auto-corrigées au test de Stroop, les dimensions flexibilité et inhibition évaluées par les parents ainsi que les dimensions mémoire de travail et organisation du matériel évaluées par les enseignants. Seule la métacognition a un poids significatif sur l'hétérorégulation ($\beta = .48$, $t(80) = 4,97$, $p < .001$).

La variance de la dimension « fixation des buts d'apprentissage » est expliquée à 27% par le nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop, le nombre de réponses détaillées au test des rimes, la flexibilité évaluée par les parents et par la mémoire de travail évaluée par les

enseignants, $F(4,83) = 7,64, p < .001$. Parmi l'ensemble de ces variables, le nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop ($\beta = -.31, t(83) = -3,27, p < .01$) et les difficultés de flexibilité mentale évaluées par les parents à l'aide de la BRIEF ($\beta = -.29, t(83) = -2,88, p < .01$) ont un poids significatif sur la fixation des buts.

La variance de la métacognition est expliquée à 12% par le nombre de bonnes réponses lors de la tâche d'interférence du Stroop, par les difficultés d'inhibition et de contrôle émotionnel évaluées par les enseignants à l'aide de la BRIEF, $F(3,90) = 3,95, p < .05$. Parmi ces variables, le nombre de bonnes réponses au Stroop a un poids significatif sur la métacognition, $\beta = -.24, t(90) = -2,38, p < .05$.

Tableau 10 : Synthèse des résultats des analyses de régression multiples.

	% de variance expliquée	β	Sign. <i>F</i>
Anticipation des apprentissages	24%		.001
Métacognition		.35***	
Nombre de bonnes réponses au test de Stroop		-.04	
Nombre de réponse correcte au test des rimes		.01	
Nombre d'erreur au test des rimes		.17	
Volition	41%		.001
Nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop		-.16	
Nombre total d'erreurs au test du Zoo		-.04	
Score total au test du Zoo		.18	
Nombre de réponses correctes détaillées au test des rimes		.14	
Temps de flexibilité au TMT		-.12	
Nombre d'erreurs au TMT B		-.11	
Inhibition (BRIEF Parent)		-.16	
Flexibilité (BRIEF Parent)		-.40**	
Mémoire de travail (BRIEF Parent)		-.09	
Planification/Organisation (BRIEF Parent)		.20	

Contrôle (BRIEF Parent)		.04	
Initiation (BRIEF Enseignant)		-.29	
Mémoire de travail (BRIEF Enseignant)		.13	
Planification/Organisation (BRIEF Enseignant)		.27	
Contrôle de l'exécution	32%		.001
Métacognition		.34***	
Nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop		-.28**	
Inhibition (BRIEF Parent)		-.12	
Flexibilité (BRIEF Parent)		-.27*	
Contrôle (BRIEF Parent)		.07	
Hétérorégulation	34%		.001
Métacognition		.48***	
Nombre d'erreurs corrigées au test de Stroop		.12	
Flexibilité (BRIEF Parent)		-.01	
Initiation (BRIEF Parent)		-.12	
Mémoire de travail (BRIEF Enseignant)		-.20	
Organisation du matériel (BRIEF Enseignant)		-.10	
Fixation des buts	27%		.001
Nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop		-.31**	
Nombre de réponses correctes détaillées au test des rimes		.18	
Flexibilité (BRIEF Parent)		-.29**	
Mémoire de travail (BRIEF Enseignant)		.01	

* p < .05 ; ** p < .01 ; *** p < .001

4. Discussion

L'objectif de cette étude était d'étudier les relations entre les capacités de contrôle cognitif et les stratégies d'apprentissage autorégulé d'élèves scolarisés en CM1 et CM2.

Nous avons utilisé des échelles et des tests neuropsychologiques pour évaluer les fonctions exécutives des enfants. Les échelles ont été remplies par les parents et les enseignants des élèves tandis que les enfants ont été évalués à l'aide de tests neuropsychologiques. L'utilisation de ces deux types d'outils nous permet d'obtenir une mesure à 360° de ces fonctions.

Pour évaluer la métacognition et l'apprentissage autorégulé, nous nous sommes servis d'échelles validées dans l'Etude 1.

Tout d'abord, nous nous attendions à observer une relation positive entre les capacités de contrôle cognitif et les différentes phases de l'apprentissage autorégulé. Ainsi, un élève ayant de bonnes capacités exécutives et métacognitives devrait pouvoir réguler correctement ses apprentissages. Plus précisément nous émettions l'hypothèse qu'un contrôle cognitif de bonne qualité devrait être nécessaire à la régulation des apprentissages. Cette première hypothèse est partiellement vérifiée en fonction des phases de l'apprentissage observées.

En effet, nous observons un nombre important de corrélations entre différentes variables se rapportant au contrôle cognitif (métacognition et fonctions exécutives) et des dimensions se rapportant aux phases de l'apprentissage autorégulé. En particulier, des analyses de régression multiple ont permis de mettre en avant l'intérêt de la flexibilité mentale, de l'inhibition d'une réponse automatique et des capacités métacognitives pour prédire l'apprentissage autorégulé des enfants. Ainsi, nos résultats démontrent que la flexibilité mentale permet de prédire les capacités volitionnelles, la fixation des buts et le contrôle de l'exécution au cours des apprentissages. Les capacités d'inhibition d'une réponse automatique influencent le contrôle de l'exécution et la fixation des buts. Enfin, les capacités métacognitives sont prédictives de l'anticipation des apprentissages, du contrôle de l'exécution et de l'hétérorégulation.

4.1 La flexibilité mentale ou l'art de s'adapter

Les capacités de flexibilité mentale permettent de passer facilement d'une tâche à une autre ou d'une pensée à une autre (Eslinger & Grattan, 1993). Dans les apprentissages, elles permettraient ainsi de s'adapter aux différentes activités proposées mais également de modifier son comportement et ses stratégies au cours d'une même activité. Nous avons

constaté dans nos analyses que cette fonction exécutive est particulièrement impliquée dans la volition, la fixation des buts et le contrôle de l'exécution. Une des bases de l'autorégulation, et en particulier dans le cadre des apprentissages, est de pouvoir faire face à diverses situations tout en maintenant sa direction vers et jusqu'à l'atteinte de l'objectif final. Autrement dit, l'apprenant doit faire preuve de volition. Face à une difficulté, l'apprenant peut choisir de rester focalisé sur son objectif, faisant parfois preuve de rigidité, ou de s'ouvrir à des solutions alternatives témoignant ainsi d'une certaine flexibilité face aux exigences de la tâche (Hofmann et al., 2012).

Ainsi, la flexibilité mentale pourrait contribuer de deux manières à la régulation des apprentissages (Hofmann et al., 2012).

D'une part, en facilitant l'abandon de stratégies inefficaces (trop coûteuses, non-optimales...) pour une alternative plus adaptée. Par exemple, imaginons un enfant devant préparer une dictée de mots. L'objectif final est de savoir écrire ces mots. L'enfant a lu et répété plusieurs fois les mots mais au moment de les écrire, il ne retrouve plus l'orthographe de certains d'entre eux. En s'apercevant que sa méthode de travail n'est peut-être pas optimale, l'enfant flexible pourra éventuellement décider de s'entraîner à écrire ces mots. Ce changement de stratégie facilitera ainsi le maintien dans l'activité (e.g. ne pas se décourager car une solution existe) et l'atteinte de l'objectif (i.e. écrire correctement les mots lors de la dictée).

D'autre part, la flexibilité mentale permettrait de modifier son ou ses objectifs si cela s'avère nécessaire. En constatant que l'objectif entrepris n'est pas réalisable (e.g. temps imparti, difficulté) ou non adapté à la situation (e.g. demande de l'enseignant), l'apprenant pourra choisir un objectif alternatif. Ce dernier point est d'ailleurs évoqué dans les modèles de l'apprentissage autorégulé où le transfert d'un but à un autre est une preuve de régulation (Zimmerman & Kitsantas, 1997).

La flexibilité mentale influencerait donc le déroulé de l'apprentissage en facilitant la modification des stratégies utilisées et des buts envisagés. L'apprenant disposant de bonnes capacités de flexibilité mentale serait plus à même de contrôler l'avancée de son travail et de maintenir ses efforts jusqu'à la fin de l'activité.

4.2 Inhibition et flexibilité, un package contre l'impulsivité

Ces deux fonctions exécutives permettent de prédire le contrôle de l'exécution et la fixation des buts des jeunes apprenants. Nous venons d'évoquer le rôle de la flexibilité mentale dans ces deux aspects de l'apprentissage autorégulé. Comme nous l'avions indiqué

antérieurement, les capacités d'inhibition et de flexibilité mentale sont complémentaires (Gil, 2010 ; Meulemans, 2008). En fonction des événements, l'être humain peut changer de but, ce qui suppose d'inhiber le premier but pour se diriger vers un autre. Néanmoins, ces deux mécanismes ne se recouvrent pas entièrement. Alors que la flexibilité permet le passage d'un objectif à un autre, les capacités d'inhibition permettent de ne pas abandonner un objectif ou une stratégie quand cela n'est pas nécessaire (Hofmann et al., 2012).

D'autre part, en se confrontant à une activité d'apprentissage, un apprenant bien régulé devra prendre le temps de choisir délibérément une stratégie et un objectif à atteindre. A l'inverse, un apprenant éprouvant des difficultés à inhiber ses impulsions se précipitera dans la tâche sans avoir pris en considération les diverses solutions à sa disposition (Bari & Robbins, 2013). Ainsi, par un bon équilibre entre la flexibilité mentale et l'inhibition d'une réponse automatique, l'apprenant est en mesure de maintenir l'avancée de son travail sans se disperser tout en adaptant ses stratégies d'apprentissage de manière congruente à la situation.

4.3 Savoir se penser, savoir être aidé

La métacognition représente la capacité à penser sur ses propres processus, à développer des connaissances sur soi et sur les tâches à accomplir. Ainsi, il n'est pas étonnant de constater son statut de prédicteur auprès de certaines dimensions de l'apprentissage autorégulé. En anticipant les questions pouvant être posées par l'enseignant et en essayant d'y répondre, les élèves métacognitifs pourraient vérifier les connaissances qu'ils possèdent déjà de celles nécessitant d'être apprises ou revues. Cette façon de procéder leur permettrait ensuite d'établir un plan d'action pour leur apprentissage.

Le lien entre les capacités métacognitives et le contrôle de l'exécution au cours de l'apprentissage semble également logique. Cette dimension de l'apprentissage apparaît au cours de l'activité lorsque l'apprenant est en train d'apprendre et qu'il doit surveiller l'avancée de son travail. Les items de notre échelle se rapportent principalement au fait de modifier ses stratégies, de revenir en arrière et d'évaluer si le travail est terminé ou non. Pour décider de continuer à lire sa leçon ou pour choisir de cacher l'information afin de se la réciter, l'élève doit être en mesure de penser sur ses propres processus et d'évaluer ses besoins. L'élève ainsi capable de s'interrompre au cours de son activité pour s'interroger sur l'avancée de sa tâche, pourra adapter sa méthode de travail ou réorienter son approche en fonction de ses réflexions. Il sera également davantage en mesure de corriger d'éventuelles erreurs.

La relation prédictive entre les capacités métacognitives et l'hétérorégulation nous paraît très intéressante. Cette relation illustre le fait que les élèves possédant de bonnes capacités métacognitives ont davantage tendance que leurs pairs à réciter leur leçon ou à se faire aider par une tierce personne. Dans la mesure où nous n'avions pas trouvé de dimension sur l'autoévaluation des apprentissages lors de notre première étude, nous avons émis l'hypothèse que l'hétérorégulation servirait de support aux jeunes apprenants pour savoir s'ils ont suffisamment appris ou non. La dimension hétérorégulation semble ainsi s'apparenter au concept de recherche d'aide (*help-seeking*) décrit comme une stratégie d'autorégulation à part entière (Pintrich, 2004). Certaines études ont déjà montré que les élèves en réussite sont plus enclins à rechercher de l'aide que les élèves en difficulté (Zimmerman & Martinez-Pons, 1990) et ces élèves en réussite ont également souvent de bonnes capacités métacognitives. Avec de bonnes capacités métacognitives, les élèves identifieraient mieux leurs besoins et verbaliseraient de manière claire leur demande (Puustinen & Winnykamen, 1998). Deux types d'aide sont généralement sollicités : une aide instrumentale ayant pour but de mieux comprendre la tâche pour la résoudre soi-même et une aide substitutive visant à obtenir la solution (Puustinen & Winnykamen, 1998). Les apprenants autorégulés se tourneraient essentiellement vers l'aide instrumentale, uniquement s'ils en ont besoin et après un temps de réflexion (Puustinen, Kokkonen, Tolvanen, & Pulkkinen, 2004; Puustinen, Lyyra, Metsäpelto, & Pulkkinen, 2008). Dans une étude portant sur des enfants d'âge scolaire, les demandes d'aide consistant à confirmer une réponse (e.g. « Est-ce que c'est bien ça ? ») ne sont pas considérées comme une stratégie d'autorégulation dans la mesure où cette demande n'a pas pour objectif de mieux comprendre la tâche pour la résoudre (Puustinen et al., 2008).

Des études complémentaires seraient donc nécessaires pour savoir si la dimension hétérorégulation serait une forme de stratégie de recherche d'aide.

4.4 Les limites de l'étude

Enfin, nous pouvons aborder un certain nombre de limites concernant cette étude. Tout d'abord, nous avons été confrontés à une difficulté méthodologique dans l'évaluation des capacités de contrôle cognitif et d'apprentissage autorégulé. Nous avons utilisé à la fois des tests neuropsychologiques et des échelles auto-rapportées. Mais ces deux sortes de mesures sont particulièrement différentes dans leur conception et leur modalité de réponses. Par conséquent, il est fort probable que cette méthodologie n'ait pas permis de mettre en évidence autant de corrélations que des outils de même nature auraient pu révéler. Cependant, nous remarquerons que les corrélations les plus fortes s'observent entre des échelles de mesure et

non entre des tests neuropsychologiques et des échelles. Par ailleurs, et comme nous l'avions précédemment évoqué lors de la construction de l'échelle, il est difficile de juger la fiabilité des réponses des enfants sur les échelles d'apprentissage autorégulé. Il est tout à fait possible que ces derniers aient conscience de ce qui est attendu en terme de comportements d'apprentissage sans toutefois mettre en place ces comportements dans le quotidien.

En conclusion, cette seconde étude a permis de mettre en évidence un certain nombre de liens entre les fonctions exécutives, la métacognition et l'apprentissage autorégulé chez l'enfant de 9 à 11 ans, scolarisé en CM1 et CM2. Il semblerait que les capacités de contrôle cognitif soient nécessaires à la mise en place d'un apprentissage autorégulé chez l'enfant d'âge scolaire. En particulier, nous pouvons affirmer que les capacités de flexibilité mentale sont directement impliquées dans les capacités volitionnelles des enfants. De même, la métacognition prédit la capacité à demander de l'aide à travers l'hétérorégulation. Cette étude permet d'améliorer les connaissances sur le développement de l'apprentissage autorégulé et des fonctions exécutives des élèves de CM1 et CM2. Il reste néanmoins à approfondir ces résultats et à investiguer l'évolution de ces relations au cours de l'adolescence.

De plus, les nombreuses corrélations trouvées entre la métacognition et l'apprentissage autorégulé nous interrogent quant à l'utilité d'une intervention centrée sur l'apprentissage autorégulé et les processus métacognitifs apparaissant au cours de la tâche. Nous pourrions supposer qu'une formation développant les capacités métacognitive au cours des apprentissages pourrait favoriser l'amélioration de stratégies d'autorégulation.

La troisième et dernière étude de notre recherche poursuivra notre investigation des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé à l'adolescence. Elle visera également étudier l'impact d'une formation à l'apprentissage autorégulé et à la métacognition sur la mise en place de stratégies d'autorégulation.

Etude 3 – Fonctions exécutives et apprentissage autorégulé des lycéens : Intervention centrée sur les stratégies d'apprentissage autorégulé

1. Objectifs

L'objectif principal de cette troisième étude est de poursuivre nos investigations sur le développement des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. Les résultats de notre deuxième étude chez l'enfant ont démontré des corrélations positives entre certaines fonctions exécutives et dimensions de l'apprentissage autorégulé. Il s'agira donc d'étudier la permanence de ces relations dans une population d'adolescents. Ce premier objectif est destiné à mieux comprendre la trajectoire développementale de cette relation en complétant les résultats obtenus chez l'enfant.

Par ailleurs, les résultats de l'étude précédente montrent que les capacités métacognitives prédiraient l'autorégulation des apprentissages. Nous nous interrogeons donc sur l'intérêt de former les élèves à l'apprentissage autorégulé en accentuant sur les processus métacognitifs mis en œuvre au cours de cette régulation. Le second objectif de la présente étude est donc de tester l'influence d'un programme d'accompagnement à l'apprentissage autorégulé sur les stratégies employées par les lycéens. Ce programme sera particulièrement conçu pour aider les adolescents à développer leurs capacités métacognitives et l'utilisation de stratégies d'autorégulation.

2. Méthode

2.1 Population

Nous avons recruté les lycéens dans cinq classes issues de deux lycées généraux et technologiques de la région Ile-de-France. Notre échantillon était composé de 151 élèves inscrits en seconde générale ($M_{\text{âge}} = 15,05$; $EC_{\text{âge}} = 0,40$; 57,62 % de filles). A partir de ces cinq classes, nous avons constitué trois groupes : un groupe expérimental ayant reçu une formation à l'apprentissage autorégulé ($n = 71$), un groupe contrôle ayant bénéficié d'une formation à l'éco-citoyenneté ($n = 49$) et un groupe témoin n'ayant reçu aucune intervention ($n = 29$). Dans chaque établissement, une classe a bénéficié de la formation sur l'apprentissage autorégulé et une autre de la formation sur l'éco-citoyenneté. Nous avons retiré de l'étude les élèves présentant un trouble des apprentissages, un trouble neurologique ou psychiatrique, ou une déficience visuelle ou auditive.

2.2 Matériel

2.2.1 Evaluation neuropsychologique

Nous avons mesuré les capacités d'inhibition, de flexibilité mentale, de mise à jour de la mémoire de travail et de planification. Pour procéder à cette évaluation, nous avons utilisé les mêmes tests neuropsychologiques que pour les enfants, à l'exception de la BRIEF que nous n'avons pas utilisée dans cette étude. Les mesures issues de ces tests et utilisées dans nos analyses sont répertoriées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Synthèse des tests neuropsychologiques et des mesures utilisées.

Processus cognitifs	Tests neuropsychologiques	Mesure(s) utilisée(s)
Inhibition d'une réponse prépotante	Version pour enfant du test de Stroop (Albaret & Migliore, 1999)	Nombre de bonnes réponses à la planche B2 (situation d'interférence). Nombre d'erreurs auto-corrigées par le participant. Nombre d'erreurs non corrigées. Nombre total d'erreurs.
Inhibition de la réponse à un distracteur	Test du d2 (Brickenkamp et al., 2015)	Nombre d'items non-cibles barrés.
Résistance à l'interférence proactive	Version enfant du CVLT (Delis, Freeland, Kramer, & Kaplan, 1988; Lussier, 1996)	Différence de rappel des mots de catégories partagées et non-partagées dans les deux listes entre le premier rappel de la liste A (1 ^{er} apprentissage) et le premier rappel de la liste B (2 nd apprentissage).
Flexibilité mentale	Trail Making Test (Meulemans, 2008)	Nombre d'erreurs au TMTB Différence entre le temps nécessaire pour réaliser la partie B et le temps nécessaire

		à la réalisation de la partie A.
Mise à jour de la mémoire de travail	Empan de rimes (Majerus, 2013)	Nombre de rimes correctement détectées. Nombre de rappel de mots cibles correct. Nombre d'erreurs.
Planification	Test du Zoo (Emslie et al., 2003)	Temps de planification (avant de commencer à tracer le parcours). Temps de réalisation du test. Nombre total d'erreurs. Score total.

2.2.2 Mesure de l'apprentissage autorégulé

L'apprentissage autorégulé des lycéens a été mesuré par l'ERICA (Kaplan et al., 2017) et par la 2ADEASU (Cosnefroy et al., 2018). Ces deux échelles sont basées sur le modèle de Zimmerman (2002) tout en évaluant d'autres facettes de l'apprentissage autorégulé. L'ERICA mesure la régulation individuelle et collective des apprentissages dans les trois phases du modèle de Zimmerman ainsi qu'avec l'ajout d'une dimension sur la prise de décision. La 2ADEASU évalue particulièrement les dysrégulations des apprentissages.

ERICA (Echelle de Régulation Individuelle et Collective de l'Apprentissage ; Kaplan et al., 2017)

L'ERICA mesure la régulation individuelle et collective mise en place dans l'apprentissage par les apprenants. Cette échelle, composée de 30 questions, mesure 6 dimensions se rapportant à 4 étapes de l'apprentissage autorégulé (Tableau 12): la planification, le monitoring, l'évaluation et la prise de décision. Chaque item est mesuré selon une échelle allant de 0 « je n'y ai jamais pensé » à 4 « je le fais toujours ».

- L'évaluation de la phase de Planification est particulièrement axée sur l'utilisation individuelle de supports de contenus et de références. Elle comprend cinq items comme : « *Je recherche des documents, podcasts, sites ou pages web, etc..., qui pourraient me servir pour mieux maîtriser les contenus de mon apprentissage* ». Elle est également évaluée par le « contrôle

individuel de l'environnement » qui est composé de cinq items (e.g. « *Je me place dans un endroit qui m'offre le confort et les ressources nécessaires pour bien apprendre* »).

- La phase de Monitoring est mesurée par la dimension « tenue de journaux et suivi individuel » composée de cinq items (e.g. « *Quand j'arrive au bout d'un apprentissage, je le note sur un support que je conserve* »).
- L'étape d'Evaluation de l'apprentissage est également évaluée à partir de deux sous-domaines : la « co-évaluation du contenu » évaluée à travers cinq items (e.g. « *Je m'adresse aux autres pour que je puisse me situer par rapport à ce qui me reste à acquérir pour réussir mes études* ») et « l'autoévaluation » mesurée par cinq items (e.g. « *Je change parfois la méthode que j'utilise pour apprendre quand je juge que cela sera plus efficace* »).
- La Prise de décision est composée de cinq items et évalue les prises de décision collectives de changer de méthode d'apprentissage (e.g. « *Les méthodes de formation que j'utilise sont le résultat d'un choix collectif auquel j'ai participé* »).

Tableau 12 : Synthèse des dimensions évaluées par l'ERICA.

Phase	Dimension	Code	α
Anticipation	Utilisation individuelle de supports de contenus et de références	IAR	.85
	Contrôle individuel de l'environnement	IEC	.89
Monitoring	Tenue de journaux et suivi individuel	ITM	.77
Autoévaluation	Co-évaluation de contenu	CEC	.83
	Autoévaluation	IEM	.79
Prise de décision	Prise de décision collective de changer de méthode	CDM	.83

2ADEASU (Appréciation de l'autorégulation dans les apprentissages scolaires et universitaires ; Cosnefroy et al., 2018)

Cette échelle a pour but de mieux comprendre les stratégies utilisées par les apprenants en dehors de la classe. Elle est composée de trois dimensions (Tableau 13) : la défaillance du contrôle de l'action, la définition des buts et planification, et la désorganisation.

Chaque item est mesuré sur une échelle allant de 1 « Pas du tout d'accord » à 7 « Tout à fait d'accord ».

- La dimension « défaillance du contrôle de l'action » évalue, au travers de six questions, les capacités volitionnelles des répondants (e.g. « *J'ai du mal à rester concentré et à aller jusqu'au bout lorsque j'étudie chez moi* »).
- La dimension « définition des buts et planification » évalue la capacité de l'apprenant à organiser et planifier ses temps de travail personnel. Cette dimension est composée de cinq items tels que : « *Je me fixe des buts à court terme (journalier, hebdomadaire) et à long terme (mois, semestre)* ».
- La dimension « désorganisation » évalue la manière dont l'apprenant se sent dépassé par l'organisation de ses temps de travail (e.g. « *Je me rends souvent compte que je ne sais pas ce que je dois étudier ou par où commencer* »).

Tableau 13 : Code des dimensions de la 2ADEASU.

Dimensions	Code	α
Défaillance du contrôle de l'action	D	.84
Définition des buts et planification	P	.71
Désorganisation	DG	.80

AREGA (Autorégulation de l'apprentissage relative à l'intégration pédagogique des technologies de l'information et de la communication ; Brodeur, Mercier, Dussault, Deaudelin, & Richer, 2006).

Cette échelle a été construite en se basant sur les trois phases du modèle de Zimmerman (1998 ; cité par Brodeur et al., 2006) et conçue pour être contextualisée dans son utilisation. Ainsi, et bien que les auteurs ont validé cette échelle dans le cadre des TIC (technologies de l'information et de la communication), les items ont été construits de manière générique pour faciliter le transfert dans un autre contexte. Les items correspondent à 12 dimensions réparties dans les trois phases du cycle de l'apprentissage autorégulé (Tableau 14).

Tableau 14 : Synthèse des dimensions par phase de l'échelle AREGA.

Phases et dimensions	Code	Exemple d'item	α
Planification			
Intérêt intrinsèque	PII	Je veux apprendre parce que j'ai du plaisir à apprendre.	.79
Etablissement des buts	PEB	Je me fixe des buts d'apprentissage.	.68
Planification stratégique	PPS	Je fais l'inventaire des stratégies qui me seront les plus utiles dans l'atteinte de mes buts.	.78
Orientation des buts	POB	Je préfère être en compétition avec moi-même qu'avec les autres.	.74
Croyances d'auto-efficacité	PCA	Je crois que je suis en mesure d'atteindre des objectifs relativement élevés.	.77
Contrôle d'exécution			
Centration de l'attention	ECA	Pendant mon apprentissage, je m'isole de tout ce qui pourrait me distraire.	.70
Auto-instruction et Imagerie	EAI	Je me dis quoi faire durant une tâche d'apprentissage.	.69
Monitoring	EMO	En cours d'apprentissage, je m'arrête à l'occasion pour me demander si je comprends bien.	.65
Autoréflexion			
Autoévaluation	AAE	Suite à un apprentissage, je compare mes résultats avec mes buts d'apprentissage.	.66
Auto-réaction	AAR	Au cours d'une période durant laquelle j'obtiens de moins bons résultats, je demeure satisfait du travail accompli.	.61
Adaptativité	AAD	Même si je ne fais pas aussi bien que je l'aurais souhaité, mon approche est d'identifier le problème et de faire un plan pour le résoudre.	.76
Attributions	AAT	Quand je réussis, c'est parce que j'ai choisi les bons moyens.	.54

2.2.3 Interventions

Les interventions consistaient en 6 séances hebdomadaires d'une heure avec 15 lycéens au maximum ; les classes de seconde ont donc été divisées par deux. Les interventions sur l'apprentissage autorégulé (AR) et l'éco-citoyenneté (EC) possédaient le

même déroulé (Tableau 15). Chaque séance commençait par une discussion collective sur le thème du jour, puis par une explication théorique et une présentation d'outils (Annexe 12 et Annexe 13). Ensuite, les lycéens se mettaient par deux pour réaliser un jeu de rôle constitué de deux personnages : la Conscience (groupe AR) ou l'Eco-Conscience (groupe EC) face à l'Apprenant ou le Citoyen (Annexe 14). La Conscience ou l'Eco-Conscience représentaient la métacognition. Leur rôle était de remettre en question et d'interroger les choix de l'Apprenant. La conversation entre les deux personnages devait permettre une verbalisation du langage intérieur mené durant les activités d'apprentissage. Cette mise en mots devait aider à la prise de conscience des démarches, pensées, choix, réalisés pendant le déroulement d'une tâche. Au bout de quelques minutes, les élèves échangeaient les rôles. A la fin de chaque session, les lycéens partageaient leur ressenti. Entre chaque session, nous invitons les lycéens à effectuer un entraînement personnel durant la semaine. L'objectif de cet entraînement était d'appliquer les notions partagées en groupe tout en prenant un temps d'introspection. La sixième séance était consacrée à la conclusion des ateliers autour d'un temps individuel puis d'une discussion collective sur les apports de ces interventions.

Pour accompagner la réflexion, chaque lycéen disposait d'un livret personnel regroupant les questionnements étudiés en groupe, les outils présentés ainsi que les consignes pour l'entraînement personnel (Annexe 12 et Annexe 13).

Tableau 15 : Description des interventions sur l'apprentissage autorégulé et sur l'éco-citoyenneté.

	Apprentissage autorégulé	Eco-citoyenneté
Session 1	<p><u>Objectif</u> : Introduction à l'apprentissage autorégulé.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Lire et comprendre un texte d'histoire tout en identifiant les stratégies utilisées.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Auto-observer son comportement lors de l'apprentissage de leçons.</p>	<p><u>Objectif</u> : Introduction à l'éco-citoyenneté.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Lire le témoignage d'un adolescent qui a modifié certains de ses comportements pour protéger l'environnement. S'interroger sur ses propres comportements.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Auto-observer son quotidien et identifier les comportements pro-environnementaux déjà acquis.</p>
Session 2	<p><u>Objectif</u> : Anticipation/Planification des</p>	<p><u>Objectif</u> : Sensibilisation à l'éco-</p>

	<p>apprentissages</p> <p><u>Outil</u> : Emploi du temps et les étapes de la planification.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Planifier la révision d'un devoir de math.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Choisir un travail scolaire et le planifier en utilisant les outils présentés durant la session.</p>	<p>citoyenneté</p> <p><u>Outil</u> : Aucun</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Classer des images en fonction de leur niveau de nocivité environnementale.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Observer la nature et porter attention aux manifestations terrestres dans le monde (éruptions volcanique, cyclones,...).</p>
Session 3	<p><u>Objectif</u> : Exécution/Contrôle de l'apprentissage.</p> <p><u>Outil</u> : Une carte indiquant les moments où l'apprenant peut s'interrompre et s'interroger sur le déroulé de son apprentissage.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Une dictée dirigée.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : S'arrêter au cours d'une activité d'apprentissage pour s'interroger sur les stratégies et processus mis en place.</p>	<p><u>Objectif</u> : Appropriation des enjeux.</p> <p><u>Outil</u> : L'étiquette Stop-Pub et un tableau composé des différentes actions quotidiennes possibles.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Cibler et analyser les comportements favorables et défavorables pour l'environnement à partir de la description d'une journée.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Choisir une situation de la vie quotidienne et imaginer des actions protégeant l'environnement.</p>
Session 4	<p><u>Objectif</u> : Autoévaluation des apprentissages.</p> <p><u>Outil</u> : Une échelle visuelle représentant cinq facettes de la réalisation d'une activité : réalisation, satisfaction, efforts, intérêt et efficacité des stratégies.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Observer la réalisation d'un pair et identifier les stratégies à modifier, conserver ou abandonner.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Prendre le temps de réfléchir à la façon dont un</p>	<p><u>Objectif</u> : Mon comportement.</p> <p><u>Outil</u> : Une échelle d'empreinte écologique.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Discuter de comportements et de solutions pour quatre catégories : nourriture, voyage, consommation et énergie.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Calculer son empreinte écologique et identifier les comportements les plus défavorables.</p>

	contrôle ou devoir à rendre avait été préparé. Identifier les stratégies à modifier et celles à conserver.	
Session 5	<p><u>Objectif</u> : Prise de décision et engagement.</p> <p><u>Outil</u> : Tableau à compléter avec les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'une nouvelle stratégie sur le court, le moyen et le long terme.</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Identifier les avantages et désavantages à commencer une activité d'apprentissage sur le court, le moyen et le long terme.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Reprendre l'entraînement personnel de la semaine précédente et choisir une stratégie à modifier.</p>	<p><u>Objectif</u> : Prise d'initiative.</p> <p><u>Outil</u> : Tableau à compléter avec les avantages et les désavantages d'un comportement au cours du temps (2 ans, 20 ans, futures générations) et en fonction de la distance géographique (près de chez soi, loin de chez soi).</p> <p><u>Jeu de rôle</u> : Imaginer des comportements pro-environnementaux et discuter de la facilité de leur mise en place.</p> <p><u>Entraînement personnel</u> : Choisir un geste simple à adopter dans sa vie quotidienne pendant les deux prochaines semaines.</p>

2.3 Procédure

L'étude était divisée en trois phases : un prétest, les interventions et un post-test (Figure 20). Lors du pré et du post-test, les lycéens ont rempli les échelles d'apprentissage autorégulé en classe entière et passé les tests neuropsychologiques lors d'un entretien individuel d'une heure. Les interventions sur l'apprentissage autorégulé et sur l'éco-citoyenneté ont débuté deux semaines après le prétest. Deux semaines après la sixième session d'intervention, nous avons procédé au post-test.

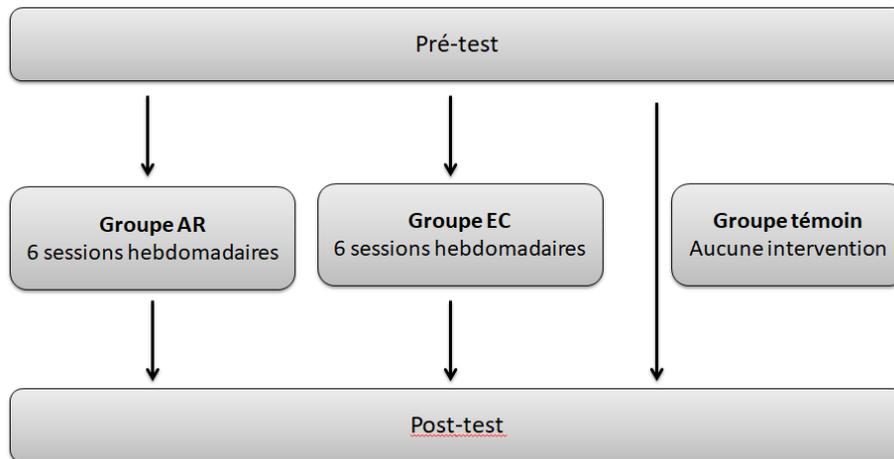


Figure 20. Design expérimental.

Trois ou quatre ans après l'étude, en fonction de l'année lors de laquelle nous étions dans leur établissement scolaire, nous avons recontacté les lycéens pour leur proposer de répondre de nouveau aux questionnaires sur l'apprentissage autorégulé. Comme cette deuxième évaluation n'était pas prévue initialement, les lycéens ne s'étaient pas engagés lors du consentement à repasser les échelles quelques années plus tard. Leur participation s'est donc effectuée sur la base du volontariat.

2.4 Plan d'analyse

Afin d'étudier l'évolution développementale de la relation entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé, nous faisons plusieurs hypothèses :

1) Les fonctions exécutives devraient être corrélées aux dimensions de l'apprentissage autorégulé.

1a) En particulier, suite aux résultats obtenus chez les enfants nous supposons observer des corrélations plus importantes entre la flexibilité mentale et les dimensions d'autorégulation liées à la volition, qu'entre les autres fonctions exécutives et le reste des dimensions d'autorégulation.

1b) En nous appuyant sur nos résultats obtenus chez l'adulte, et reflétant des corrélations négatives entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé, nous pensons trouver des corrélations plus modérées entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé pour les lycéens par rapport aux enfants.

Afin de vérifier ces hypothèses, nous avons procédé à des analyses corrélationnelles et de régression sur les données du pré-test.

2) Une formation à l'apprentissage autorégulé devrait améliorer la régulation des apprentissages.

2a) Ainsi, nous supposons que les élèves ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé utiliseraient plus fréquemment les stratégies d'autorégulation présentées dans les questionnaires que les autres élèves.

2b) En particulier, la démarche de la formation, axée sur la prise de conscience de ses propres processus métacognitifs, devrait améliorer l'utilisation des stratégies de monitoring.

Pour cela, nous avons procédé à des analyses de la variance à mesures répétées en prenant le type de formation reçue comme facteur catégoriel.

3) Nous émettions également l'hypothèse que le niveau exécutif des lycéens au pré-test pourrait avoir un rôle dans l'évolution de l'utilisation des stratégies d'apprentissage autorégulé au moment du post-test.

Nous avons donc transformé les scores de chaque variable exécutive en quartile afin d'obtenir quatre groupes d'individus pour chaque variable : inférieur au 1^{er} quartile, entre le 1^{er} quartile et la médiane, entre la médiane et le 3^{ème} quartile et supérieur au 3^{ème} quartile. Nous avons ensuite procédé à des analyses de la variance à mesures répétées en prenant ces quartiles comme facteur catégoriel. Dans un second temps, nous avons ajouté le type de formation comme second facteur catégoriel pour mesurer l'effet d'interaction entre les fonctions exécutives et le type de formation sur l'évolution de l'apprentissage autorégulé.

3. Résultats

3.1 Analyses préliminaires

Nous n'observons aucun effet principal du sexe ou du lycée d'origine des participants sur les performances exécutives et d'apprentissage autorégulé lors du prétest. En revanche, nous observons une interaction croisée entre le sexe et le lycée sur la dimension co-évaluation de contenu de l'ERICA, $F(1,144) = 4,52, p < .05$. Les garçons issus du lycée Les Pierres Vives obtiennent un score supérieur de co-évaluation de contenu par rapport aux garçons issus

du lycée Blaise Pascal alors que nous observons l'inverse pour les filles. Ce sont les filles issues du lycée Blaise Pascal qui obtiennent un score supérieur à celles issues du lycée Les Pierres Vives.

3.2 Relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé (prétest)

3.2.1 Corrélations entre fonctions exécutives et apprentissage autorégulé

Cette étude étant exploratoire, nous avons décidé de corrélérer toutes les variables des fonctions exécutives, sans créer de scores composites, avec toutes les dimensions de l'apprentissage autorégulé issues de nos trois questionnaires. Pour la même raison que l'étude précédente, nous avons choisi de ne pas corriger nos seuils de significativité.

Inhibition d'une réponse automatique

Nous constatons quelques corrélations modérées entre les mesures issues du test de Stroop et certaines dimensions de l'apprentissage autorégulé. Ainsi, le score d'interférence est corrélé négativement avec le score de désorganisation de la 2ADEASU ($r = -.20, p < .05$). Ce score signifie qu'un adolescent qui énonce un nombre élevé de bonnes réponses ressent peu de désorganisation dans ses apprentissages. Par ailleurs, le nombre d'erreurs corrigées est faiblement corrélé à la dimension « croyance d'auto-efficacité » de la phase de planification de l'AREGA ($r = .18, p < .05$). Le nombre total d'erreurs est également corrélé avec cette dimension ($r = .22, p < .01$; Figure 21).

Ces deux derniers résultats reflètent une augmentation de la croyance d'auto-efficacité lorsque le nombre d'erreurs au test de Stroop augmente, en particulier quand les erreurs sont détectées et corrigées par le jeune.

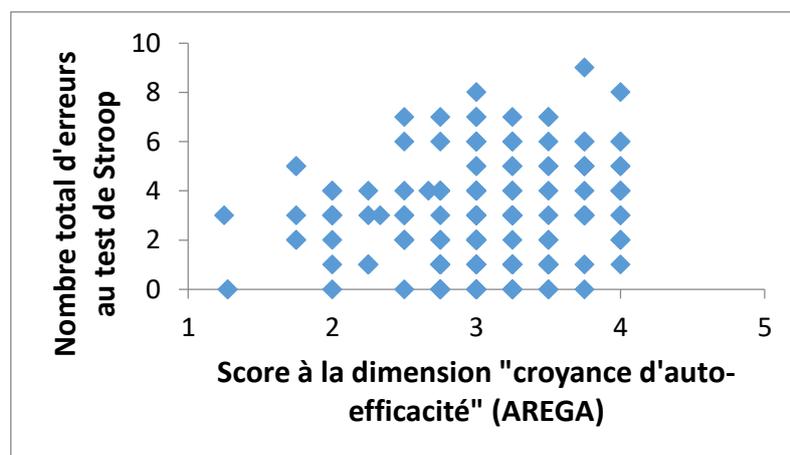


Figure 21. Représentation graphique de la corrélation entre le nombre d'erreurs au test de Stroop et la dimension "croyance d'auto-efficacité" de l'AREGA ($r = .22, p < .01$).

Inhibition de la réponse à un distracteur

Le nombre d'éléments non cibles barrés au test du d2 (erreurs distractrices) est corrélé avec la dimension « auto-instruction et imagerie » de la phase d'exécution de l'AREGA ($r = -.17, p < .05$) et avec la dimension « définition des buts et planification » de la 2ADEASU ($r = -.23, p < .01$).

Ces résultats signifient qu'un score d'erreurs élevé est associé à une faible utilisation de stratégies d'auto-instruction ou d'imagerie ainsi qu'à une faible planification des apprentissages. Ainsi, des élèves facilement distraits par l'environnement externe éprouveraient également des difficultés à planifier et gérer leurs apprentissages.

Résistance à l'interférence proactive

Aucune corrélation n'a été trouvée entre notre mesure de la résistance à l'interférence proactive et les dimensions évaluées de l'apprentissage autorégulé.

Planification

Les mesures effectuées sur le test du Zoo sont corrélées avec plusieurs dimensions se rapportant à la phase d'anticipation et de planification des apprentissages. La dimension « anticipation individuelle des matériels et supports » de l'ERICA est corrélée avec le nombre total d'erreurs ($r = .20, p < .05$) et le score total ($r = -.20, p < .05$). Le temps de réalisation du test du Zoo est corrélé avec la dimension « définition des buts et planification » de la 2ADEASU ($r = .19, p < .05$; Figure 22) et avec la dimension « Etablissements des buts » de la phase de planification de l'AREGA ($r = .18, p < .05$; Figure 23). Ce temps est également corrélé avec les dimensions « autoréaction » ($r = .16, p < .05$) et « adaptativité » ($r = .18, p < .05$) de la phase d'autoévaluation de l'AREGA. Il est également corrélé à la dimension « monitoring » de la même échelle ($r = .18, p < .05$). Enfin, le temps de planification est corrélé avec la dimension « co-évaluation de contenu » de l'ERICA ($r = .18, p < .05$).

Ces résultats signifient que prendre le temps pour réaliser la tâche est associé à une activité accrue de planification, de monitoring et d'évaluation des apprentissages. En revanche, le respect des consignes, reflété par le score total et le nombre d'erreurs, est associé à une moindre anticipation des supports et du matériel nécessaires à l'apprentissage.

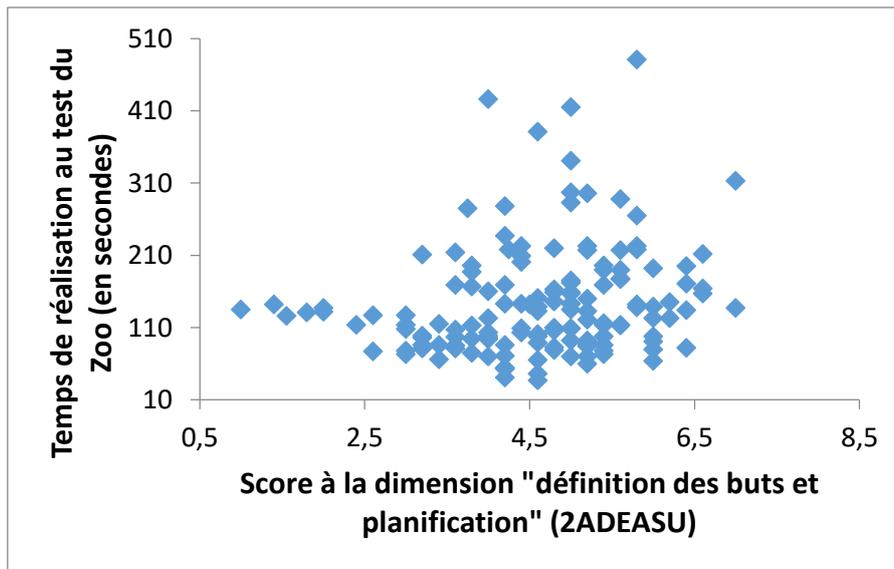


Figure 22. Graphique représentant la corrélation entre le temps de réalisation du test du zoo et la dimension "définition des buts et planification" de la 2ADEASU ($r = .19, p < .05$).

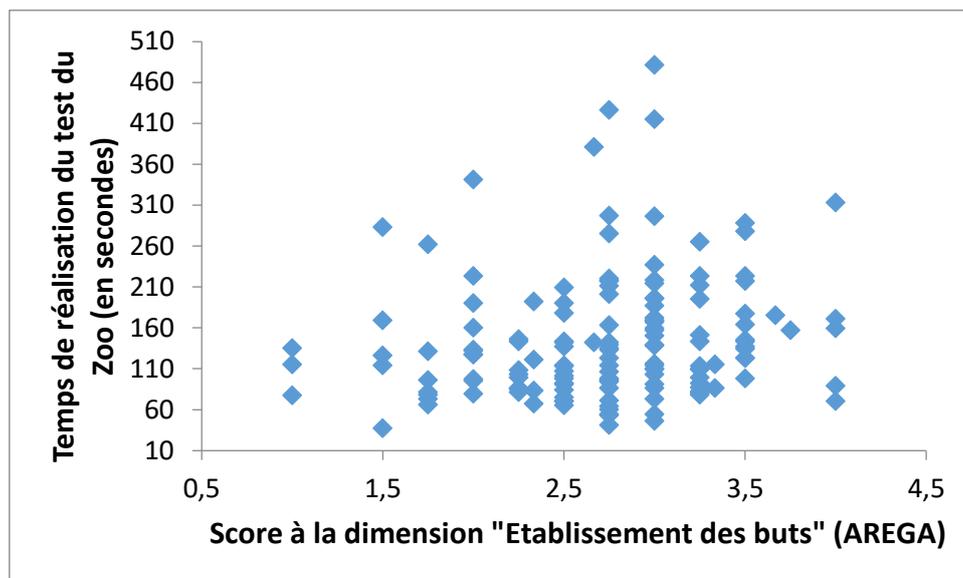


Figure 23. Graphique représentant la corrélation entre le temps de réalisation du test du zoo et la dimension "Etablissement des buts" de l'AREGA ($r = .18, p < .05$).

Mise à jour de la mémoire de travail

La dimension « désorganisation » de la 2ADEASU est corrélée à la fois avec le nombre de réponses correctes au test des Rimes ($r = -.18, p < .05$), avec ce même score lorsque le mot cible a bien été cité ($r = -.19, p < .05$) ainsi qu'avec le nombre d'erreurs ($r = .18, p < .05$). Le nombre de réponses correctes détaillées est également corrélée avec la dimension « tenue de journaux et suivi individuel » de l'ERICA ($r = -.20, p < .05$) et avec la

dimension « autoréaction » de la phase d'autoévaluation de l'AREGA ($r = -.20, p < .05$; Figure 24).

Contrairement à nos précédents résultats, plus les fonctions de mise à jour sont de bonne qualité moins les apprenants utilisent de stratégies d'autorégulation. Par contre, un score élevé d'erreurs est associé à un sentiment de désorganisation.

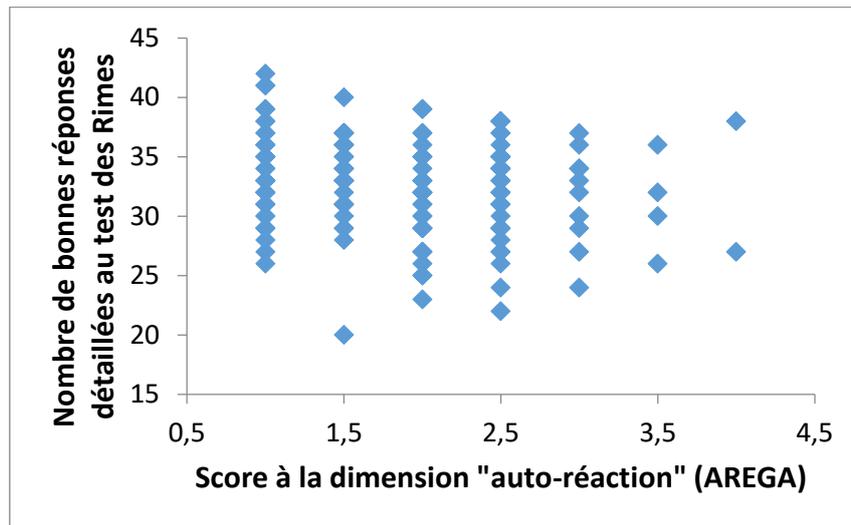


Figure 24. Représentation graphique de la corrélation entre le test des rimes et la dimension "auto-réaction" de l'AREGA ($r = -.20, p < .05$).

Flexibilité mentale

Le coût de flexibilité mentale est négativement corrélé avec la dimension « auto-instruction et imagerie » de la phase d'exécution de l'AREGA ($r = -.21, p < .01$; Figure 25). Cela signifie que les apprenants qui se parlent pendant leurs apprentissages contrôlent mieux le passage entre deux tâches ou deux consignes différentes. D'autre part, le nombre d'erreurs lors du TMT B est corrélé négativement avec la dimension « intérêt intrinsèque » de la phase de planification de l'AREGA ($r = -.18, p < .05$).

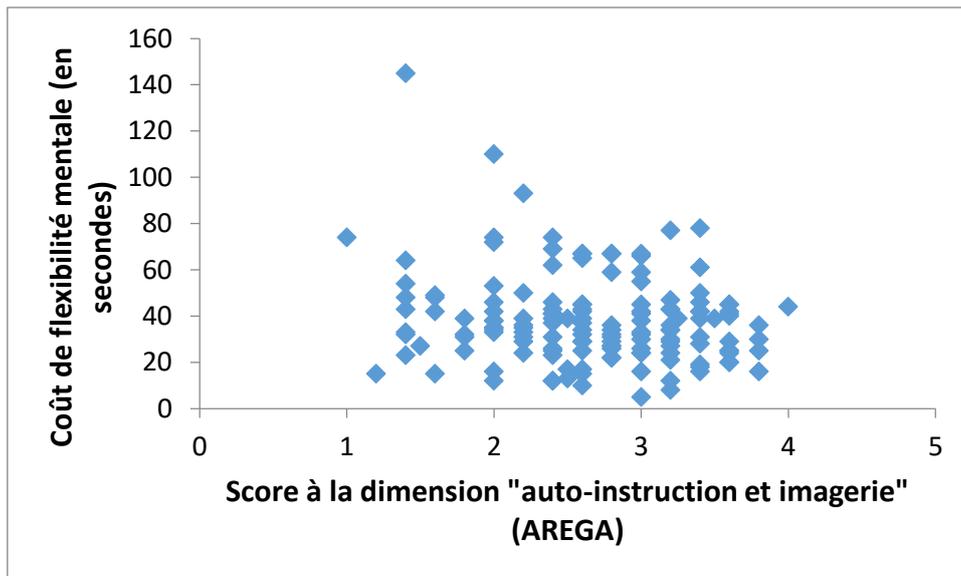


Figure 25. Représentation graphique de la corrélation entre le coût de flexibilité mentale et la dimension "auto-instruction et imagerie" de l'AREGA ($r = -.21, p < .01$).

3.2.2 Analyses de régression

Comme lors de notre deuxième étude chez l'enfant, nous observons quelques corrélations significatives entre les fonctions exécutives et certaines dimensions de l'apprentissage autorégulé. Néanmoins, ces corrélations sont moins nombreuses et légèrement plus faibles. Certaines dimensions de l'apprentissage autorégulé sont liées à plusieurs variables exécutives susceptibles de les influencer. D'autres, ne sont corrélées qu'à une seule variable exécutive. Afin d'étudier le poids de ces fonctions exécutives sur l'apprentissage autorégulé, nous avons procédé à des analyses de régression multiples et simples. Nous souhaitons à la fois mesurer le pourcentage de variance expliquée par plusieurs fonctions exécutives, corrélées à une même dimension de l'apprentissage autorégulé, mais également vérifier les capacités de prédiction d'une variable exécutive particulière sur la mise en place d'une stratégie d'apprentissage autorégulé.

Nous avons choisi comme variables dépendantes des dimensions de l'apprentissage autorégulé qui partageaient une relation avec certaines mesures des fonctions exécutives choisies comme variables indépendantes (Tableau 16).

Tableau 16 : Synthèse des analyses de régression simples et multiples.

	% de variance expliquée	β	Sign. F
Définition des buts et planification	9%		.001
Nombre d'erreurs distractrices au test du d2		-.24**	
Temps de réalisation au test du zoo		.20*	
Intérêt Intrinsèque	4%		.05
Nombre d'erreurs au TMT B		-.19*	
Croyances d'auto-efficacité	5%		ns
Nombre d'erreurs corrigées au test de Stroop		-.01	
Nombre total d'erreurs au test de Stroop		.23	
Etablissement des buts	2%		ns
Temps de réalisation au test du zoo		.16	
Anticipation du matériel et support	5%		ns
Nombre total d'erreurs au test du Zoo		.09	
Score total au test du zoo		-.13	
Désorganisation	7%		.05
Nombre de bonnes réponses au test de Stroop		-.17*	
Nombre de réponses correctes détaillées au test des rimes		-.07	
Nombre de réponses correctes au test des rimes		-.10	
Auto-instruction et imagerie	6%		.05
Coût de flexibilité mentale		-.17*	
Nombre d'erreurs distractrices au test du d2		-.14	
Monitoring	2%		ns
Temps de réalisation au test du zoo		.16	
Tenue de journaux et suivi individuel	4%		.05
Nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes		-.20	
Auto-réaction	4%		ns
Temps de réalisation au test du zoo		-.08	
Nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes		-.18*	

Adaptativité	4%	.05
Temps de réalisation au test du zoo		.20*
Co-évaluation de contenu	3%	.05
Temps de planification au test du Zoo		.17*

* $p < .05$; ** $p < .01$

Dans un premier modèle, nous avons proposé que le sentiment de désorganisation dans les apprentissages soit expliqué par le nombre de bonnes réponses au test de Stroop, le nombre de réponses correctes et le nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes. L'ensemble de ces variables introduites dans le modèle expliquent 7% de la variance totale, $F(3,144) = 3,49, p < .05$. L'inhibition d'une réponse automatique (nombre de bonnes réponses au test de Stroop) a un poids significatif ($\beta = -.17, t(144) = -2,12, p < .05$) sur le sentiment de désorganisation.

La variance totale des stratégies d'auto-instruction et d'imagerie de la phase d'exécution est expliquée à 6% par l'inhibition de la réponse à un distracteur et par la flexibilité mentale, $F(2,147) = 4,33, p < .05$. Le coût de flexibilité mentale a un poids significatif sur l'utilisation de ces stratégies ($\beta = -.17, t(147) = -2,10, p < .05$).

La dimension « définition des buts et planification » est expliquée à 9% par l'inhibition de la réponse à un distracteur et le temps de réalisation au test du zoo, $F(2,145) = 7,53, p < .001$. L'inhibition de la réponse à un distracteur a un poids significatif sur cette dimension ($\beta = -.24, t(145) = -3,00, p < .01$) tout comme le temps de réalisation au test du zoo ($\beta = .20, t(145) = 2,51, p < .05$). Nous n'observons pas d'effet d'interaction de ces deux variables exécutives sur la planification des apprentissages ($\beta = .13, t(144) = 0,54, ns$).

La variance totale de l'autoréactivité suite à un apprentissage est expliquée à 4% par le temps de réalisation au test du zoo et la mise à jour de la mémoire de travail (nombre de réponses correctes détaillées), $F(2,147) = 2,98, ns$. La mise à jour de la mémoire de travail a un poids significatif sur l'autoréactivité ($\beta = -.18, t(147) = -2,18, p < .05$).

La dimension « adaptativité » suite aux apprentissages est expliquée à 4% par le temps de réalisation au test du zoo, $F(1,147) = 5,64, p < .05$. Le temps de réalisation au test du zoo a un poids significatif sur cette dimension ($\beta = .19, t(147) = 2,37, p < .05$).

Le temps de planification au test du zoo explique 3% de la variance totale de la dimension « co-évaluation de contenu », $F(1,147) = 4,28, p < .05$. Le temps de planification a un poids significatif sur cette dimension ($\beta = .17, t(147) = 2,07, p < .05$).

Le nombre de réponses correctes détaillées au test des rimes expliquent 4% de la variance totale de la dimension « tenue de journaux et suivi individuel », $F(1,147) = 6,41, p < .05$. La mise à jour de la mémoire de travail a un poids significatif sur cette dimension ($\beta = -.20, t(147) = -2,53, p < .05$).

Le nombre d'erreurs de flexibilité explique 4% de la variance totale de la dimension « intérêt intrinsèque » de la phase de planification, $F(1,147) = 5,49, p < .05$. Les erreurs de flexibilité ont un poids significatif sur cette dimension ($\beta = -.19, t(147) = -2,34, p < .05$).

3.3 Impact de la formation à l'apprentissage autorégulé

Notre seconde hypothèse suggérait qu'une formation à l'apprentissage autorégulé influencerait la manière d'apprendre des lycéens. Nous avons donc procédé à des analyses de la variance à mesures répétées pour étudier l'impact du type de formation sur l'apprentissage autorégulé.

Le principal résultat que nous avons obtenu est un effet d'interaction du groupe et du temps sur la dimension « co-évaluation de contenu », $F(2,143) = 3,11, p < .05, \eta^2 = .04$ (Figure 26). Le groupe ayant bénéficié de la formation à l'éco-citoyenneté ($\mu = 2,62$) présente un score de co-évaluation de contenu significativement supérieur au groupe ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé ($\mu = 1,98$) et au groupe n'ayant eu aucune formation ($\mu = 1,81$). Nous observons également un effet principal du groupe, $F(2,143) = 9,49, p < .001$.

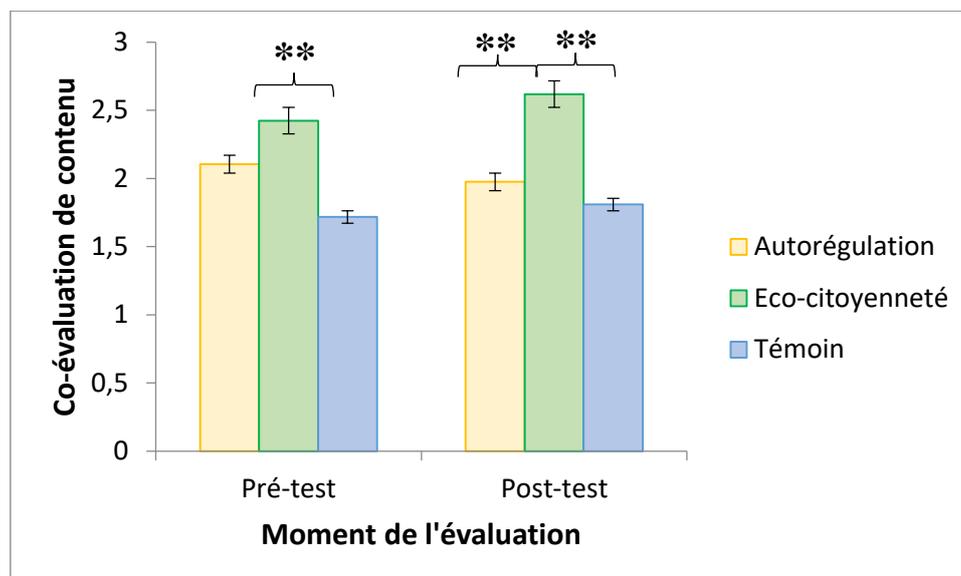


Figure 26. Effet d'interaction du type de formation sur l'évolution de la dimension "co-évaluation de contenu" de l'ERICA.

Nous observons également une tendance à un effet d'interaction entre le type de formation reçue et le moment de l'évaluation sur la dimension « tenue de journaux et suivi individuel » de l'ERICA, $F(2,143) = 3,01$, $p = .0523$, $\eta^2 = .04$ (Figure 27). Cette interaction serait en faveur du groupe ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé qui a significativement augmenté l'usage de cette stratégie d'autorégulation entre la première et la seconde évaluation ($p < .05$).

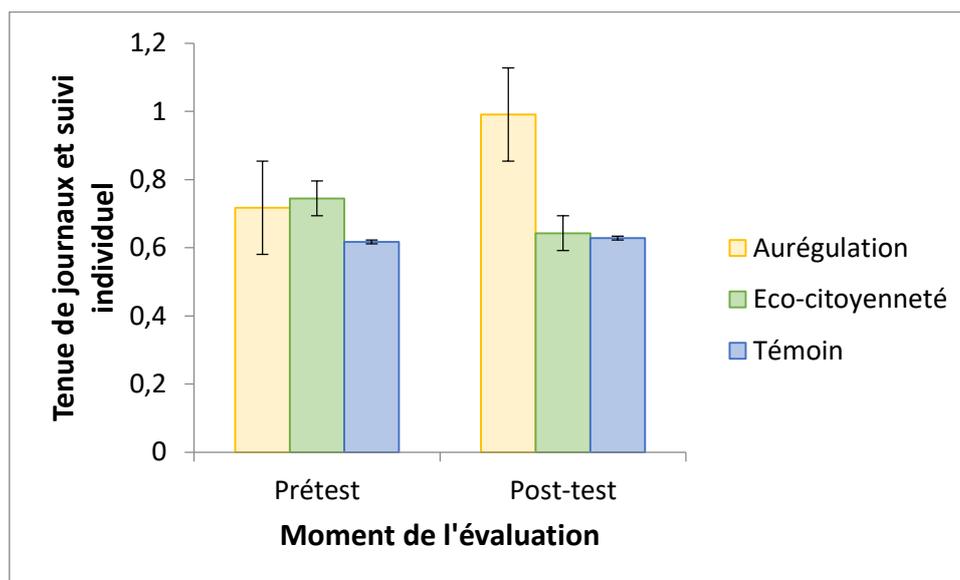


Figure 27. Représentation graphique de l'effet d'interaction du type de formation sur la dimension "tenue de journaux et suivi individuel" de l'ERICA.

Par ailleurs, nous constatons aussi plusieurs effets principaux dus au déroulement de l'année (prétest/post-test ;Tableau 17) et au groupe d'origine des élèves (Tableau 18).

Tableau 17. Effet principal de l'année scolaire sur trois dimensions de l'apprentissage autorégulé.

	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Contrôle de l'attention	3,95	.049	.03
Intérêt intrinsèque	5,018	.027	.03
Autoévaluation	10,03	.001	.07

Tableau 18 : Effet principal du groupe expérimental sur deux dimensions de l'apprentissage autorégulé.

	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Etablissement des buts	3,31	.039	.04
Définition des buts et planification	3,55	.031	.05

3.4 Rôle des fonctions exécutives dans l'influence de la formation sur l'apprentissage autorégulé

Bien que peu de corrélations entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives soient apparues lors du pré-test, et afin d'étudier si le niveau exécutif des lycéens influence l'évolution de leur utilisation de stratégies d'autorégulation, nous avons décidé de transformer les variables des fonctions exécutives en quartiles. Ainsi, pour chaque mesure des fonctions exécutives, les lycéens sont représentés sous le 1^{er}, le 2^{ème}, le 3^{ème} ou le 4^{ème} quartile (Tableau 19). En raison d'une faible variabilité des données, les variables nombre d'erreurs non corrigées au test de Stroop, score total au test du zoo, nombre total d'erreurs au test du zoo, et nombre d'erreurs lors de la tâche B du TMT n'ont pas été transformées en quartiles et n'ont donc pas été utilisées dans les analyses suivantes.

Tableau 19. Valeur minimum et maximum, 1er et 3èmes quartiles ainsi que médiane des variables fonctions exécutives.

	Valeur min.	1 ^{er} Quartile	Médiane	3 ^{ème} quartile	Valeur max.
Nombre de bonnes réponses au test de Stroop	20	40	46	52	69
Nombre d'erreurs corrigées au test de Stroop	0	1	2	4	9
Nombre total d'erreurs au test de Stroop	0	1	3	4	9
Nombre d'erreurs distractrices au test du d2	0	1	3	5	34
Interférence au CVLT	-7	-2	-1	0	3
Temps de planification au test du Zoo	0	11	34	75	300

Temps de réalisation au test du Zoo	37	92	127	175	481
Nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes	20	30	33	35	42
Nombre de réponses correctes au test des Rimes	27	34	37	39	43
Nombre d'erreurs au test des Rimes	1	5	7	10	17
Coût de flexibilité mentale	5	26	35	45	145

3.4.1 Influence des fonctions exécutives dans l'évolution des stratégies d'autorégulation

Dans un premier temps, nous avons procédé à des analyses de la variance à mesures répétées en prenant les fonctions exécutives transformées en quartiles comme facteur catégoriel.

Inhibition d'une réponse automatique

Nous observons un effet d'interaction entre le moment de l'évaluation de la dimension « tenue de journaux et suivi individuel » et l'inhibition d'une réponse automatique (Nombre de bonnes réponses à la tâche d'interférence du Stroop), $F(3,142) = 4,39, p < .01, \eta^2 = .08$ (Figure 28). Les élèves donnant le plus faible nombre de bonnes réponses (nombre inférieur au 1^{er} quartile) utilisent davantage ce type de stratégie lors de la seconde phase d'évaluation que les élèves ayant un score situé autour de la médiane ($p < .01$), en deçà du 3^{ème} quartile ($p < .05$) et au-delà du 3^{ème} quartile ($p < .01$). Lors de la première évaluation, les élèves les plus faibles au test du Stroop ne se distinguaient pas des autres élèves.

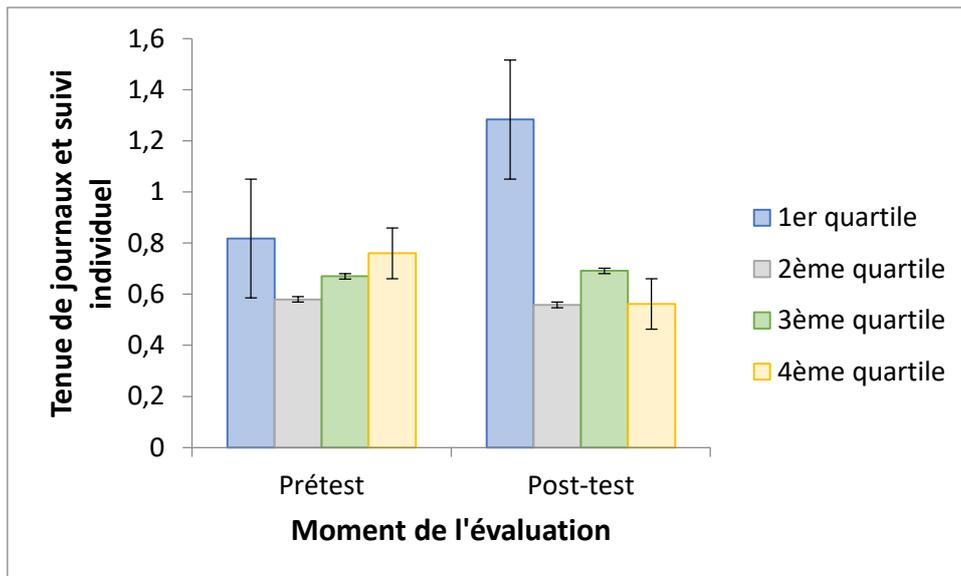


Figure 28. Graphique d'interaction entre le moment de l'évaluation de la dimension "tenue de journaux et suivi individuel" et les quartiles à la tâche d'interférence du Stroop.

Nous observons un effet principal des quartiles à la tâche d'interférence du Stroop sur la dimension « désorganisation », $F(3, 139) = 5,75, p < .001, \eta^2 = .11$ (Figure 29). Les élèves situés en-dessous du 1^{er} quartile ont un sentiment de désorganisation supérieur à ceux situés dans le 3^{ème} ($p < .05$) et le 4^{ème} quartile ($p < .01$). De même, les élèves situés dans le 2^{ème} quartile sont plus désorganisés que ceux situés dans le 4^{ème} quartile ($p < .05$). Ainsi, les élèves donnant peu de bonnes réponses au test de Stroop présentent plus de difficultés à organiser leurs apprentissages que leurs pairs, et ce quel que soit le moment de l'année scolaire.

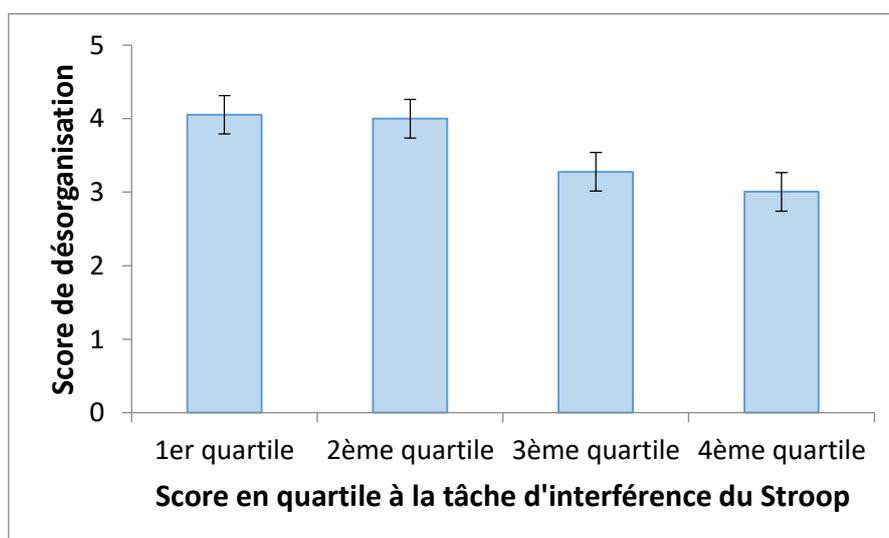


Figure 29. Effet principal du nombre de bonnes réponses au test de Stroop (score en quartile) sur le score obtenu à la dimension "désorganisation".

Nous observons également un effet principal du nombre total d'erreurs au Stroop sur la dimension « Croissance d'auto-efficacité », $F(3, 142) = 3,64, p < .05, \eta^2 = .07$. Les élèves situés en dessous de la médiane (1^{er} et 2^{ème} quartile) se sentent plus efficaces dans leurs apprentissages que les élèves situés au-delà du 3^{ème} quartile (4^{ème} quartile). Ainsi, les élèves qui commettent beaucoup d'erreurs au test de Stroop ont moins confiance dans leur efficacité à apprendre (Figure 30).

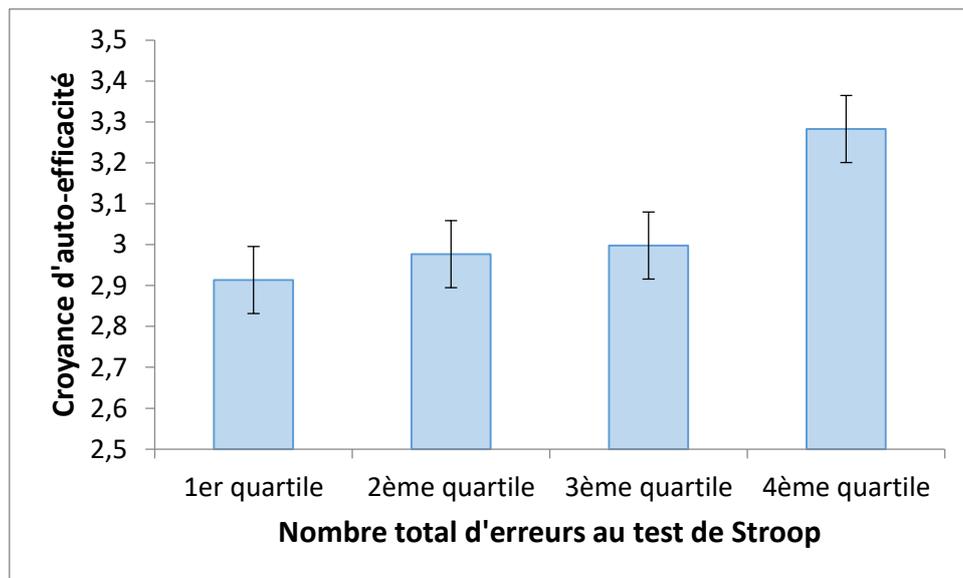


Figure 30. Effet principal du nombre total d'erreurs au test de Stroop sur le score à la dimension "croissance d'auto-efficacité".

Inhibition de la réponse à un distracteur

Nous observons un effet d'interaction entre le score d'inhibition de la réponse à un distracteur et le moment de l'évaluation sur la dimension « Auto-instruction et imagerie », $F(3,142) = 2,99, p < .05, \eta^2 = .06$ (Figure 31). Au moment de la première évaluation, les élèves situés dans le 3^{ème} quartile présentent un score « d'auto-instruction et imagerie » significativement plus faible que les élèves situés en deçà de la médiane ($p < .05$) et du 1^{er} quartile ($p < .05$). Cette différence n'est plus constatée lors de la 2^{ème} évaluation.

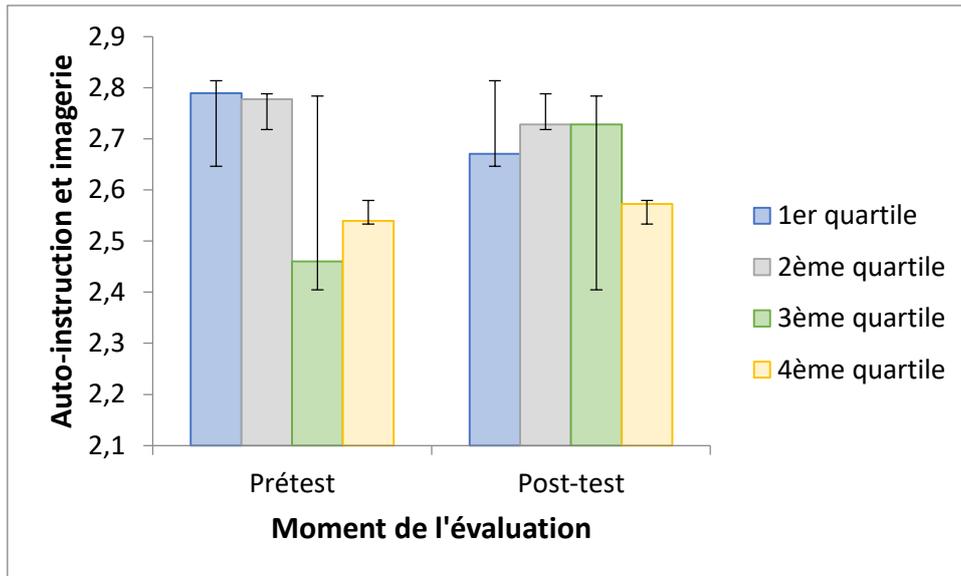


Figure 31. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs de distraction au test du d2 sur le score "d'auto-instruction et d'imagerie".

Nous observons un autre effet d'interaction entre l'inhibition de la réponse à un distracteur et le moment de l'évaluation sur la dimension « co-évaluation de contenu », $F(3,142) = 3,01, p < .05, \eta^2 = .06$ (Figure 32). Nous constatons une différence significative entre les élèves situés au-delà du 3^{ème} quartile et ceux situés dans le 3^{ème} ($p < .01$) et 2^{ème} quartile ($p < .05$). Les élèves qui font le plus d'erreurs de distraction (Q4) diminuent leur utilisation des stratégies de co-évaluation par rapport aux autres élèves.

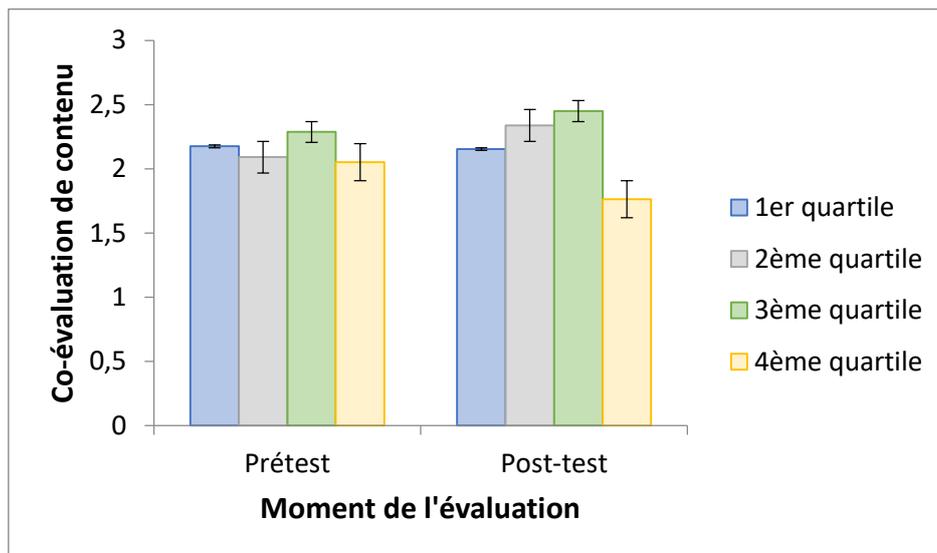


Figure 32. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs de distraction au test du d2 sur le score "Co-évaluation de contenu".

Planification

Nous observons un effet principal du temps de réalisation au test du zoo sur la dimension « Orientation des buts », $F(3,142) = 4,19, p < .01, \eta^2 = .08$ (Figure 33). Les élèves qui prennent le plus de temps pour réaliser la tâche (Q4) utilisent davantage cette stratégie que les élèves rapides (Q1 et Q2).

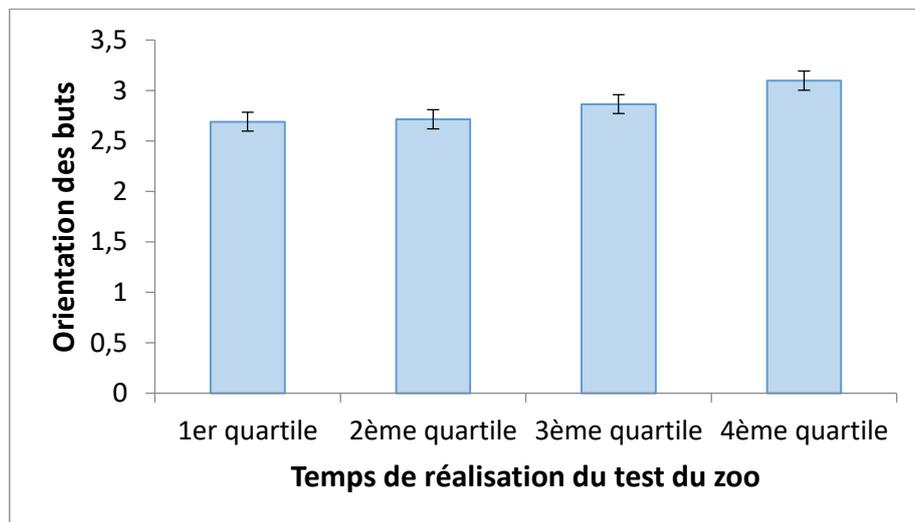


Figure 33. Effet principal du temps de réalisation au test du Zoo sur le score d'orientation des buts.

Nous notons également un effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le temps de réalisation au test du zoo sur la dimension « Définition des buts et planification », $F(3,140) = 3,09, p < .05, \eta^2 = .06$ (Figure 34). Lors de la 2^{ème} évaluation, les élèves ayant mis le plus de temps à réaliser la tâche du zoo ont significativement progressé dans la dimension « définition des buts et planification » par rapport aux élèves situés en-dessous du 1^{er} quartile ($p < .05$) et ceux situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile ($p < .05$).

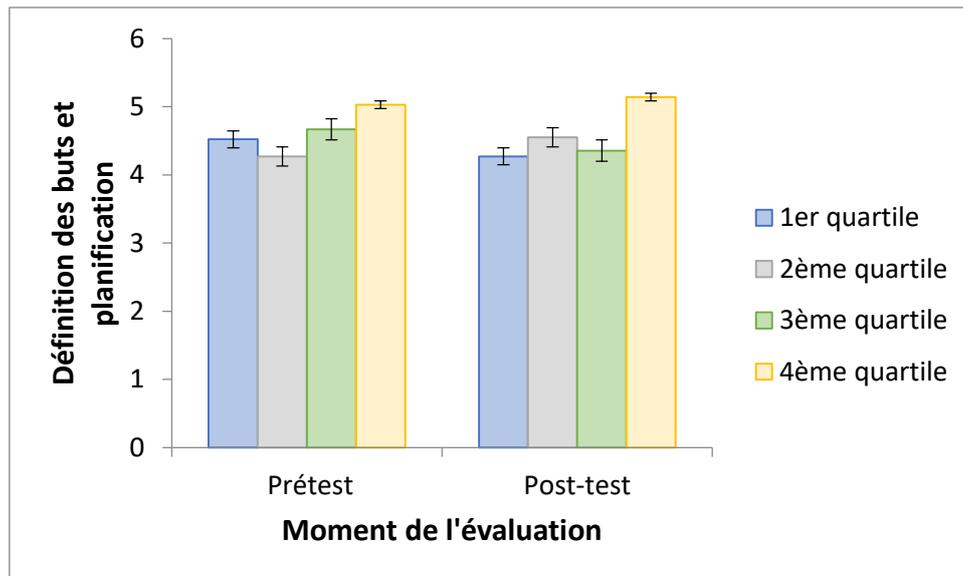


Figure 34. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le temps de réalisation au test du zoo sur la dimension « définition des buts et planification ».

Mise à jour de la mémoire de travail

Nous observons un effet principal du nombre de réponses correctes détaillées au test des Rimes sur la dimension « Co-évaluation de contenu », $F(3,142) = 2,84, p < .05, \eta^2 = .06$. Les élèves donnant beaucoup de bonnes réponses détaillées (situés au-delà du 3^{ème} quartile) ont un score supérieur à cette dimension en comparaison avec les élèves qui fournissent le plus faible nombre de bonnes réponses détaillées (situés en dessous du 1^{er} quartile ; $p < .05$).

Nous observons également un effet principal du nombre de bonnes réponses au test des Rimes sur la dimension « contrôle individuel de l'environnement », $F(3,142) = 3,13, p < .05, \eta^2 = .06$. Les élèves situés en dessous du 1^{er} quartile contrôlent davantage leur environnement d'apprentissage que les élèves situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile ($p < .05$).

De plus, nous observons un effet d'interaction entre le nombre d'erreurs au test des Rimes et la dimension « monitoring », $F(3,142) = 3,67, p < .05, \eta^2 = .07$ (Figure 35). Les élèves situés en dessous du 1^{er} quartile ont significativement diminué leur usage de cette stratégie entre la 1^{ère} et la 2^{nde} évaluation ($p < .05$). Nous observons le même résultat pour les élèves situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile ($p < .05$). Les élèves commettant le plus d'erreurs dans ce test, situés au-dessus du 3^{ème} quartile, ont tendance à améliorer l'usage de ce type d'apprentissage lors de la 2^{ème} évaluation ($p = .05$).

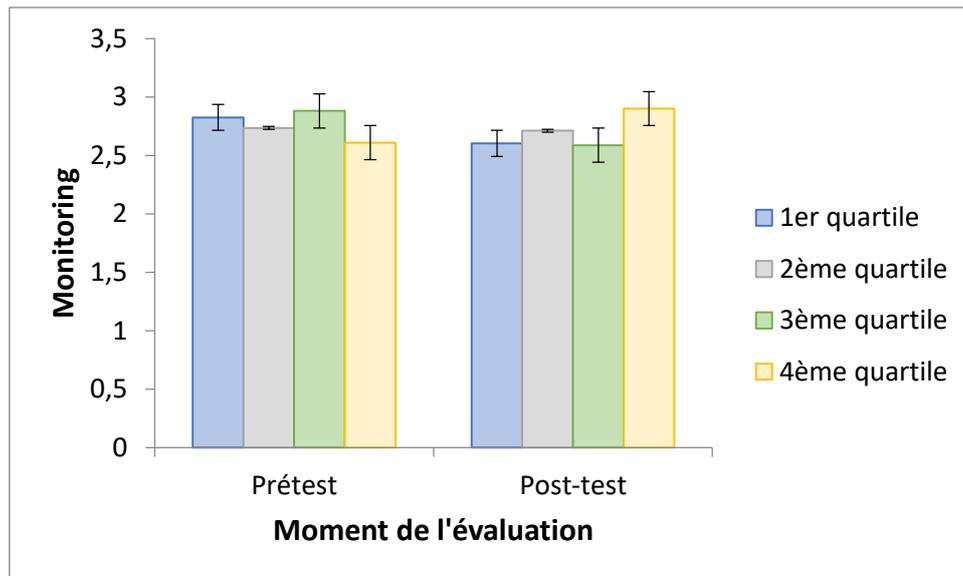


Figure 35. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs au test des Rimes sur la dimension « monitoring ».

Flexibilité mentale

Nous observons un effet principal de la flexibilité mentale sur la dimension « orientation des buts », $F(3,142) = 2,94$, $p < .05$, $\eta^2 = .06$. Les élèves présentant un faible coût de flexibilité mentale ont un score significativement supérieur aux élèves situés entre le 1^{er} quartile et la médiane ($p < .05$) et ceux situés au-delà du 3^{ème} quartile ($p < .05$).

Nous trouvons également un effet principal du coût de flexibilité mentale sur la dimension « décision collective de changement de méthode », $F(3,142) = 2,77$, $p < .05$, $\eta^2 = .06$ (Figure 36). Les élèves présentant les meilleures performances de flexibilité (situés en dessous du 1^{er} quartile) semblent moins partager leur changement de méthode de travail avec leurs pairs que les élèves présentant un coût de flexibilité plus important ($p < .05$).

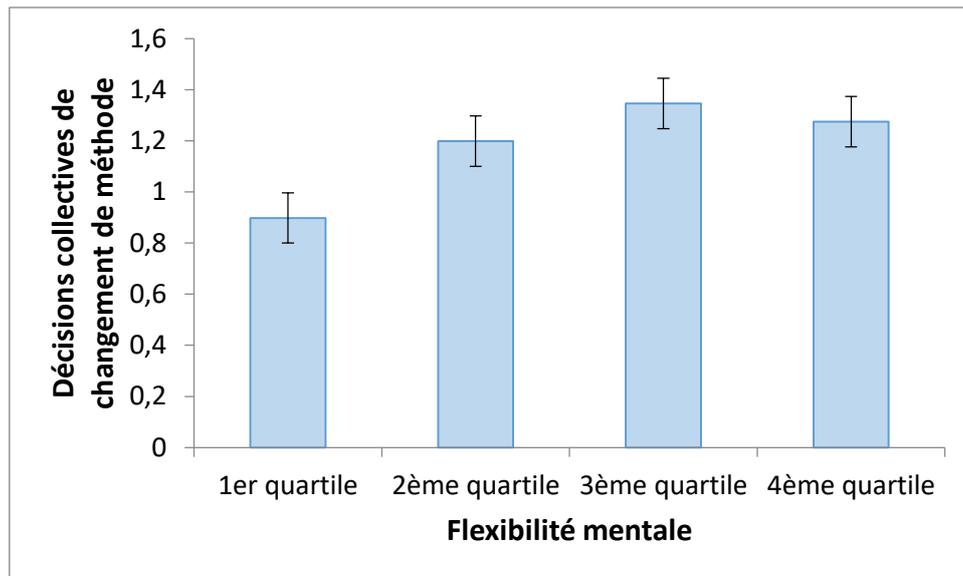


Figure 36. Effet principal du coût de flexibilité mentale sur la dimension "décisions collectives de changement de méthode".

3.4.2 Influence des fonctions exécutives et du type de formation reçue dans l'évolution des stratégies d'autorégulation

Ensuite, et afin de mesurer l'effet conjoint des fonctions exécutives et du type de formation reçue sur l'évolution de l'utilisation des stratégies d'apprentissage autorégulé, nous avons procédé à des analyses de la variance à mesures répétées en prenant comme facteurs catégoriels, le type de formation et le niveau représenté en quartile des fonctions exécutives.

Inhibition d'une réponse automatique

Nous remarquons un effet d'interaction entre le nombre de bonnes réponses à la tâche de Stroop et le type de formation reçue sur l'évolution de la dimension « orientation des buts », $F(6,134) = 3,10, p < .01, \eta^2 = .12$. Lors de la première évaluation, les élèves du groupe ayant bénéficié de la formation sur l'apprentissage autorégulé et obtenu un score d'inhibition de la réponse automatique inférieur au 1^{er} quartile, présentent un score à la dimension « orientation des buts » significativement plus élevé que les participants qui n'avaient pas reçu de formation, mais avaient obtenu un score d'inhibition de la réponse automatique également inférieur au 1^{er} quartile ($p < .05$). Cette différence n'est pas retrouvée lors de la seconde évaluation (Figure 37).

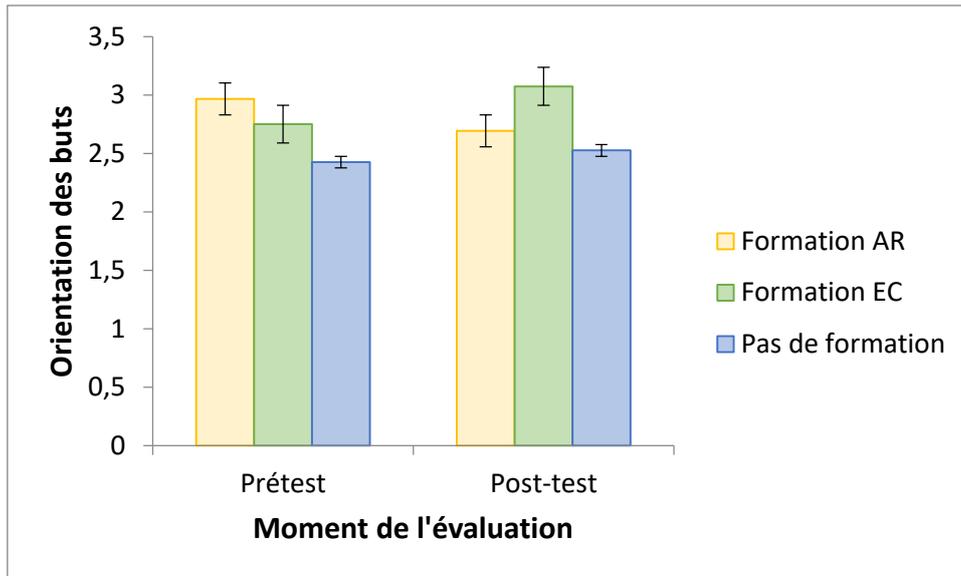


Figure 37. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « orientation des buts » pour les élèves situés en dessous du 1^{er} quartile dans la tâche de Stroop.

Lors de la 2^{ème} évaluation, nous observons également une différence significative entre les élèves ayant reçu la formation sur l'éco-citoyenneté et ceux du groupe témoin atteignant un score d'inhibition de la réponse automatique supérieur au 3^{ème} quartile ($p < .05$). Cette différence n'est pas retrouvée lors de la 1^{ère} évaluation (Figure 38).

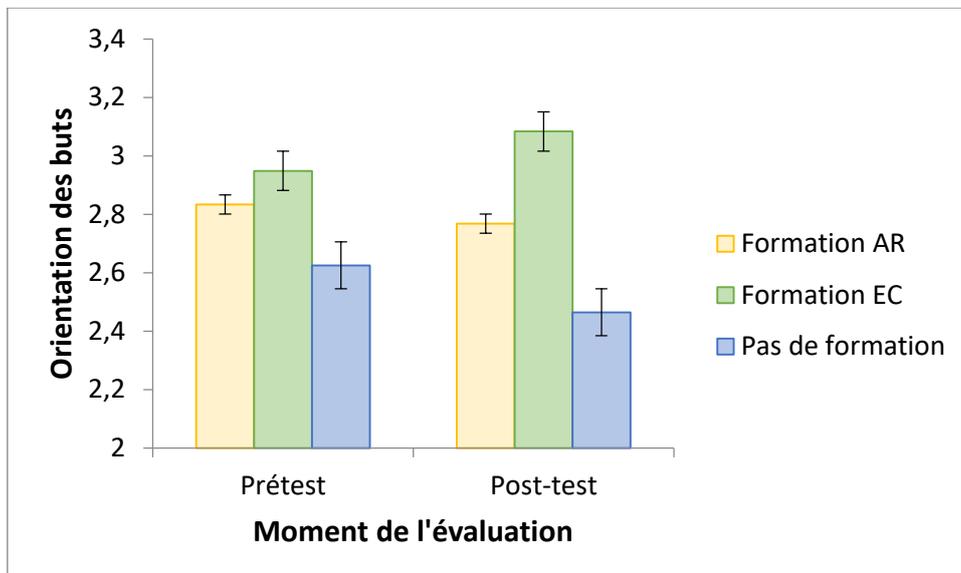


Figure 38. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « orientation des buts » pour les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.

Nous remarquons un effet d'interaction entre le nombre de bonnes réponses à la tâche de Stroop et le type de formation reçue sur l'évolution de la dimension « intérêt intrinsèque », $F(6,134) = 3,17, p < .01, \eta^2 = .12$. Concernant les élèves qui ont obtenu un score inférieur au 1^{er} quartile, nous observons une différence importante entre la 1^{ère} et la 2^{nde} évaluation. En effet, lors de la 1^{ère} évaluation, les élèves ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé présentent un score à la dimension « intérêt intrinsèque » significativement inférieur aux élèves qui ont bénéficié de la formation à l'éco-citoyenneté ($p < .05$; Figure 39).

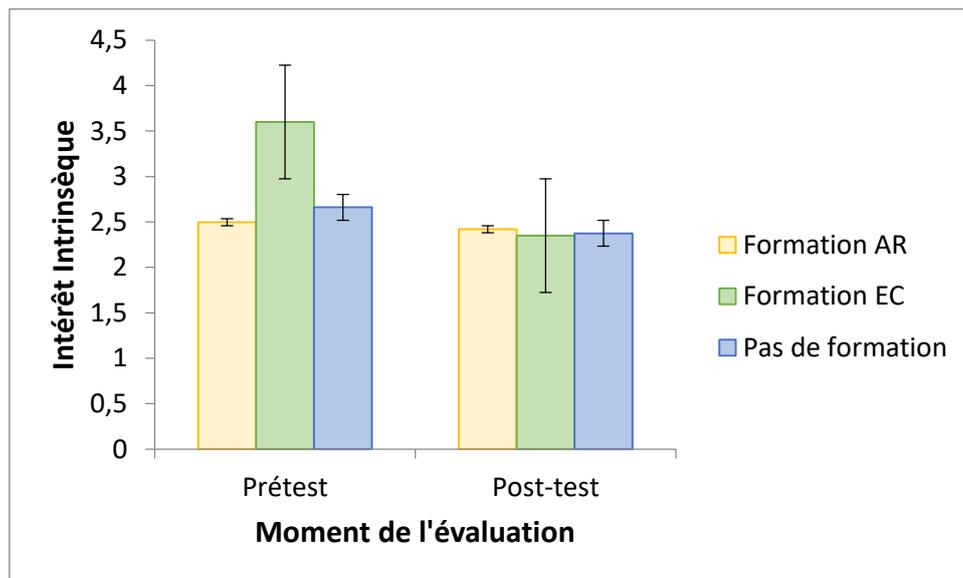


Figure 39. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « intérêt intrinsèque » pour les élèves situés en-dessous du 1^{er} quartile dans la tâche de Stroop.

Les élèves ayant un score situé entre la médiane et le 3^{ème} quartile présentent, lors de la première évaluation, un score similaire à la dimension « intérêt intrinsèque » quelle que soit la formation reçue.

Par contre, lors de la 2^{ème} évaluation, les élèves n'ayant bénéficié d'aucune formation présentent un score significativement plus important que les élèves ayant reçu la formation à l'apprentissage autorégulé ($p < .05$) et ceux ayant reçu la formation à l'éco-citoyenneté ($p < .01$; Figure 40).

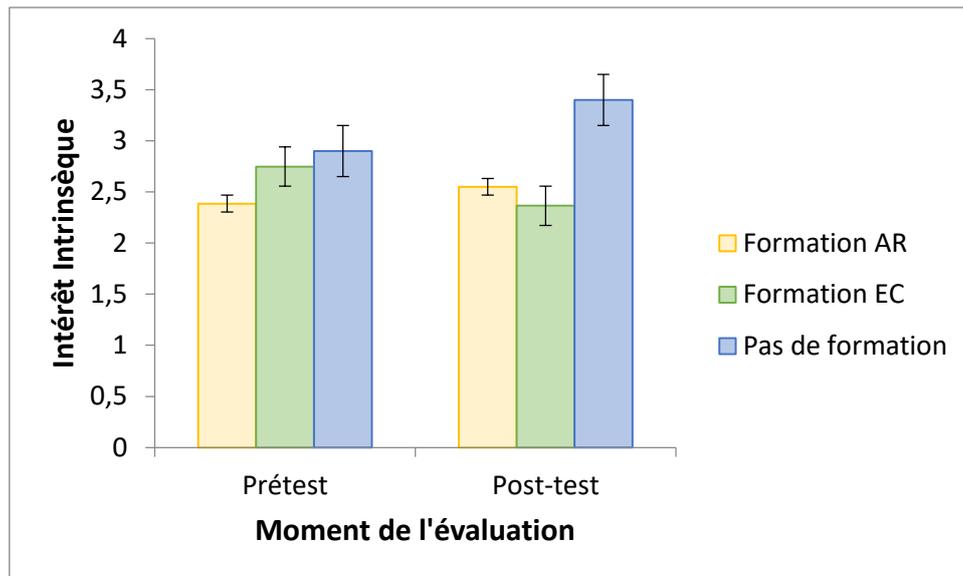


Figure 40. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « intérêt intrinsèque » pour les élèves situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.

Nous remarquons un autre effet d'interaction entre le nombre de bonnes réponses à la tâche de Stroop et le type de formation reçue sur l'évolution de la dimension « croyance d'auto-efficacité », $F(6,134) = 3,01$, $p < .01$, $\eta^2 = .12$. Parmi les élèves ayant les meilleurs scores à la tâche du Stroop (supérieurs au 3^{ème} quartile), nous observons une différence plus importante entre les groupes « formation à l'apprentissage autorégulé » et « formation à l'éco-citoyenneté » lors de la 1^{ère} évaluation par rapport à la seconde évaluation ($p < .05$). En effet, suite à la formation à l'apprentissage autorégulé, les élèves présentant les scores les plus élevés au test de Stroop ont diminué leur croyance d'auto-efficacité ($p < .01$). Par contre, les élèves du groupe éco-citoyenneté ont amélioré leur croyance d'auto-efficacité suite à leur formation ($p < .01$; Figure 41).

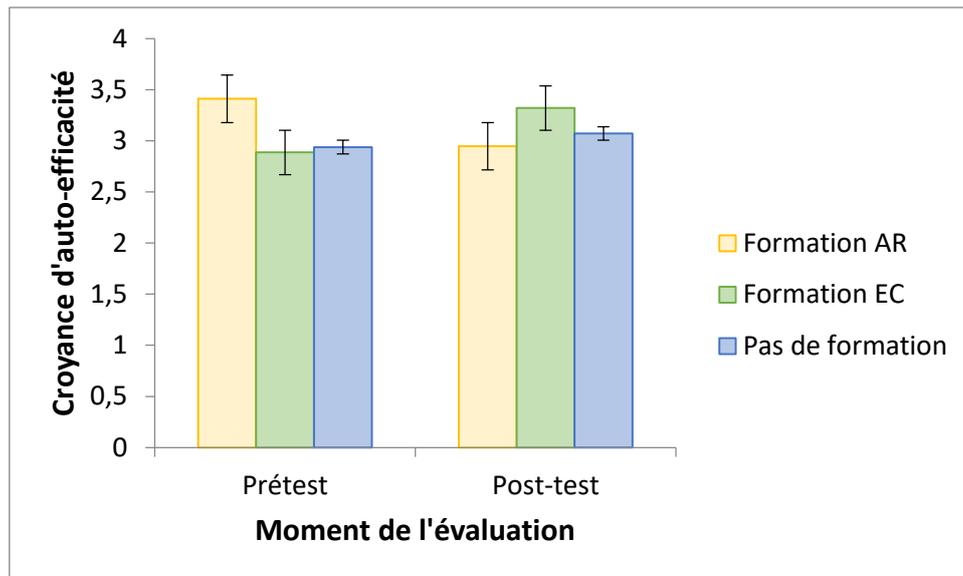


Figure 41. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « croyance d'auto-efficacité » pour les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.

Nous pouvons déjà constater que ces premières interactions entre le nombre de bonnes réponses au test de Stroop et certaines variables de l'apprentissage autorégulé ne concernent que des dimensions en lien avec la phase de planification des apprentissages.

Nous observons également un effet d'interaction, entre le nombre total d'erreurs au test de Stroop et le type de formation reçue, sur l'évolution des scores à la dimension « co-évaluation de contenu », $F(6,134) = 2,30, p < .05, \eta^2 = .09$. Concernant les élèves totalisant peu d'erreurs (score inférieur au 1^{er} quartile), une différence plus importante apparaît dans l'utilisation de stratégies de co-évaluation, lors de la 1^{ère} évaluation par rapport à la seconde, entre les élèves ayant bénéficié de la formation à l'éco-citoyenneté et les autres groupes (Figure 42).

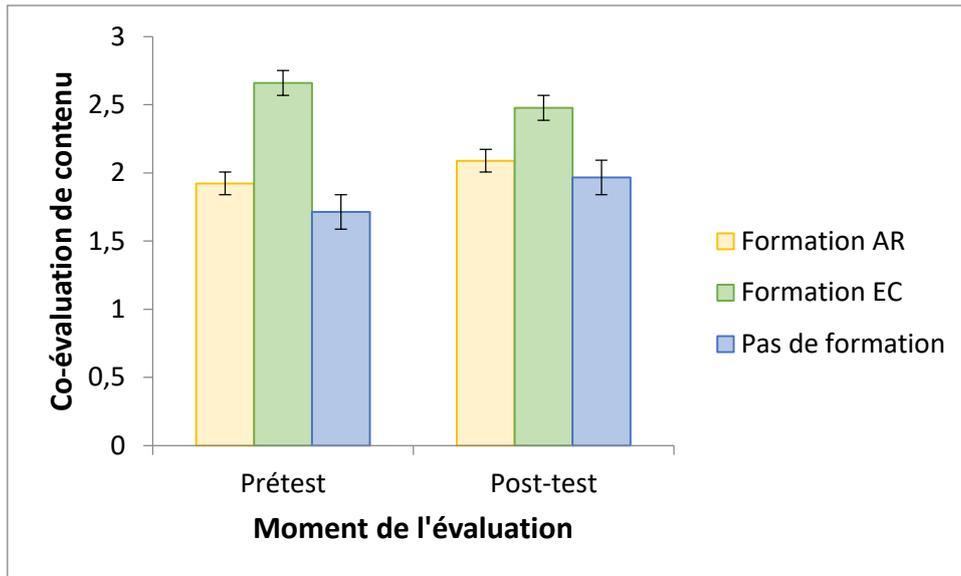


Figure 42. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés en-dessous du 1^{er} quartile dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.

Pour les élèves présentant un score d'erreurs situé entre le 1^{er} quartile et la médiane, nous constatons que les élèves ayant reçu une formation ont un score de « co-évaluation de contenu » plus élevé que le groupe témoin lors de la 1^{ère} évaluation. Lors de la seconde évaluation, seul le groupe « formation à l'éco-citoyenneté » obtient toujours un score supérieur à celui du groupe témoin (Figure 43).

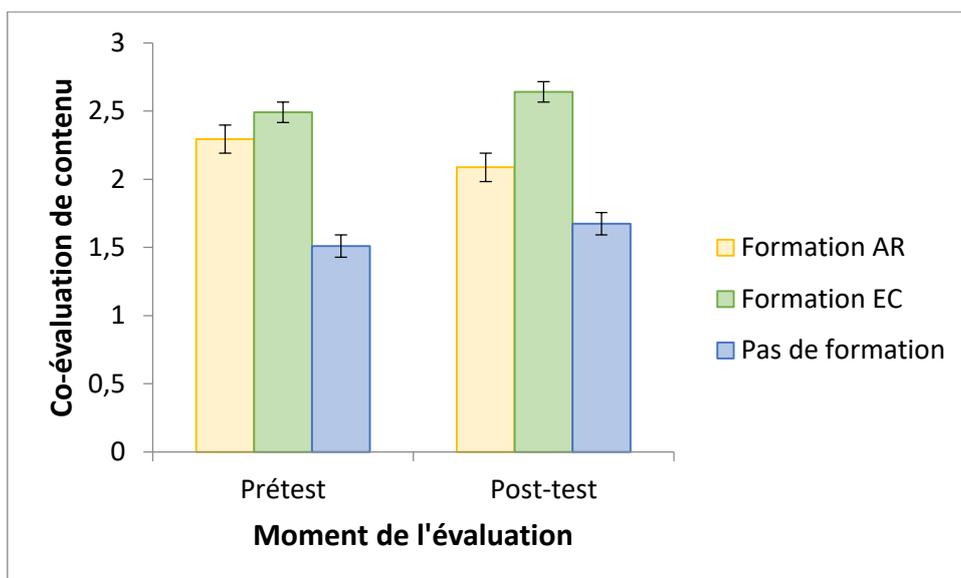


Figure 43. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés entre le 1^{er} quartile et la médiane dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.

Parmi les élèves produisant le plus d'erreurs (score supérieur au 3^{ème} quartile), ceux de la formation éco-citoyenneté obtiennent un score de « co-évaluation de contenu » supérieur aux élèves sans formation lors de la 1^{ère} évaluation et supérieur à tous les élèves lors de la seconde évaluation (Figure 44).

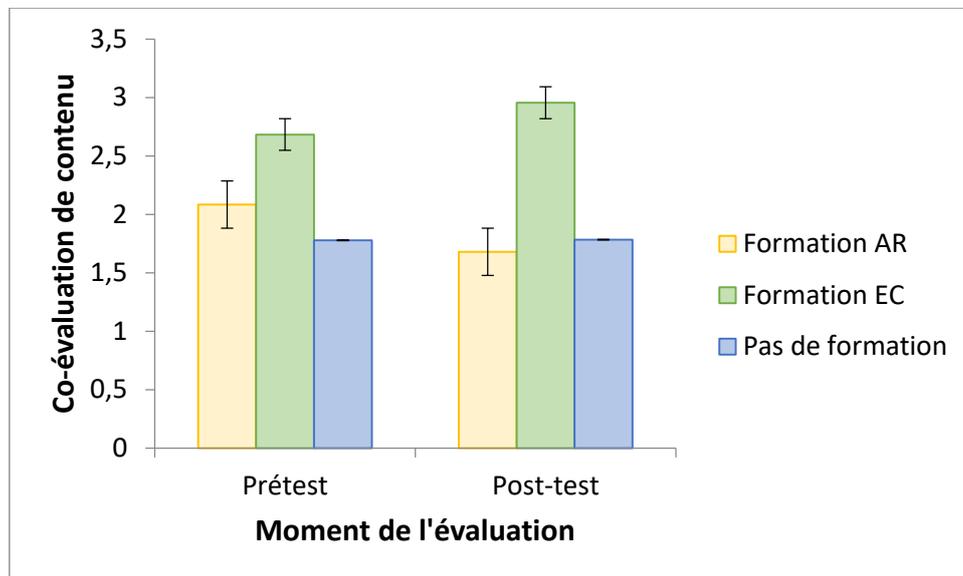


Figure 44. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.

Inhibition de la réponse à un distracteur

Nous n'observons aucun effet d'interaction entre l'inhibition de la réponse à un distracteur (test du d2) et le type de formation sur l'évolution des stratégies d'apprentissage autorégulé.

Résistance à l'interférence proactive

Nous n'avons pas trouvé d'effet d'interaction entre la résistance à l'interférence proactive (CVLT) et le type de formation sur l'évolution des stratégies d'apprentissage autorégulé.

Mise à jour de la mémoire de travail

Nous remarquons un effet d'interaction entre le nombre de bonnes réponses au test des Rimes et le type de formation reçue sur l'évolution des scores à la dimension « auto-attribution », $F(6,134) = 2,25, p < .05, \eta^2 = .09$. Parmi les élèves situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile, nous observons une différence plus importante entre le groupe avec la formation

à l'éco-citoyenneté et le groupe sans formation lors du pré-test par rapport au post-test ($p < .01$; Figure 45).

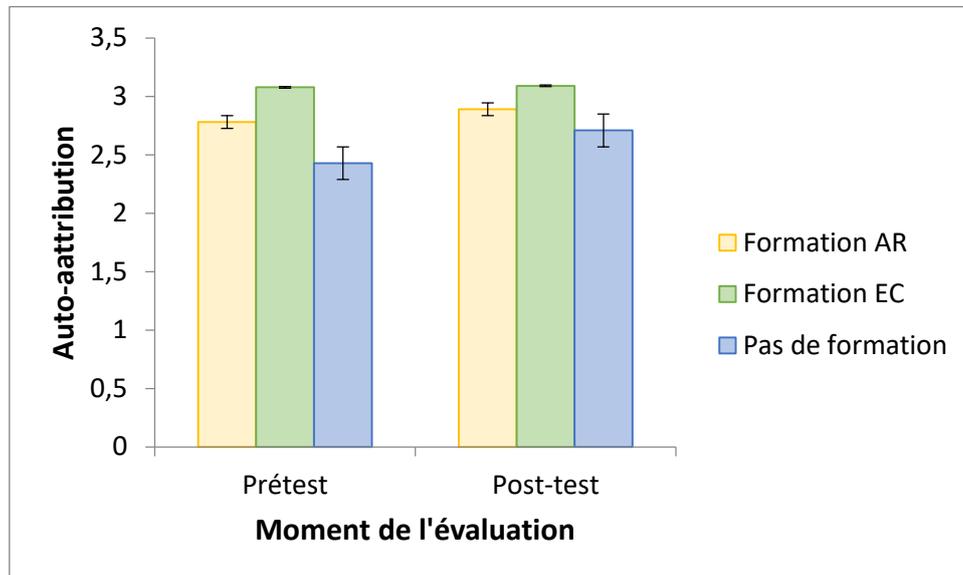


Figure 45. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « auto-attribution » pour les élèves situés entre la médiane et le 3^{ème} quartile dans le nombre de bonnes réponses au test des Rimes.

Parmi les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile, nous constatons une différence plus importante entre les élèves ayant reçu la formation à l'apprentissage autorégulé et ceux ayant reçu la formation à l'éco-citoyenneté lors de la 1^{ère} évaluation par rapport à la 2nd évaluation ($p < .05$). Les élèves du groupe « formation à l'apprentissage autorégulé » ont significativement diminué leur score à la dimension « auto-attribution » ($p < .05$) tandis que les élèves du groupe formation à l'éco-citoyenneté ont augmenté ce score lors du post-test ($p < .05$; Figure 46).

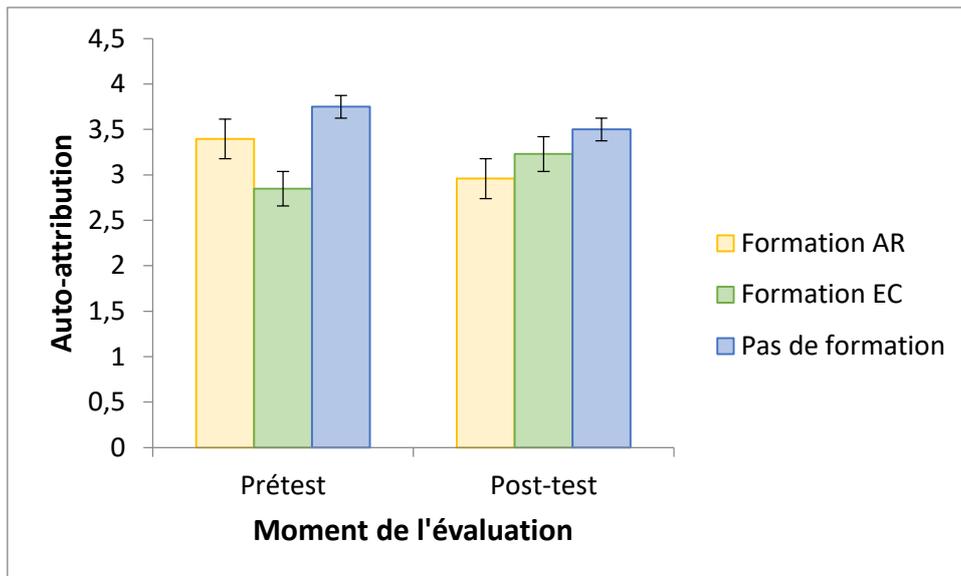


Figure 46. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « auto-attribution » pour les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile dans le nombre de bonnes réponses au test des Rimes.

Nous avons également constaté un effet d'interaction entre le type de formation et le nombre d'erreurs au test des Rimes sur l'évolution de la dimension « auto-attribution », $F(6,134) = 2,19, p < .05, \eta^2 = .09$. Parmi les participants qui ont produit peu d'erreurs à ce test (score inférieur au 1^{er} quartile), le score à la dimension « monitoring » des élèves ayant reçu une formation à l'éco-citoyenneté est significativement plus élevé que celui du groupe sans formation au pré-test par rapport au post-test (Figure 47).

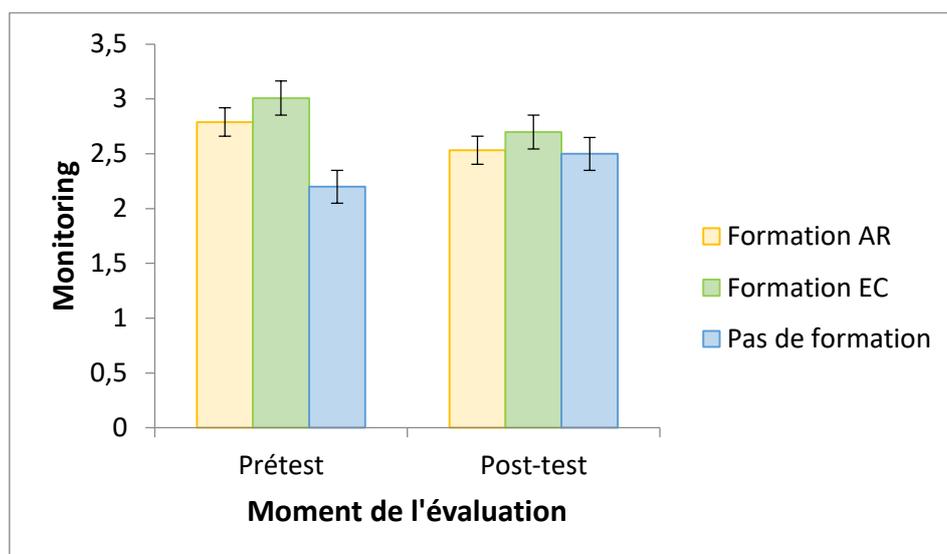


Figure 47. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « monitoring » pour les élèves situés en-dessous du 1^{er} quartile pour le nombre d'erreurs émises dans le test des Rimes.

Parmi les élèves commettant le plus grand nombre d'erreurs (situés au-delà du 3^{ème} quartile), ceux ayant bénéficié d'une formation à l'apprentissage autorégulé ont, au moment du pré-test, un score supérieur à ceux qui n'ont eu aucune formation. Cette différence n'est pas retrouvée au post-test où les trois groupes sont équivalents (Figure 48).

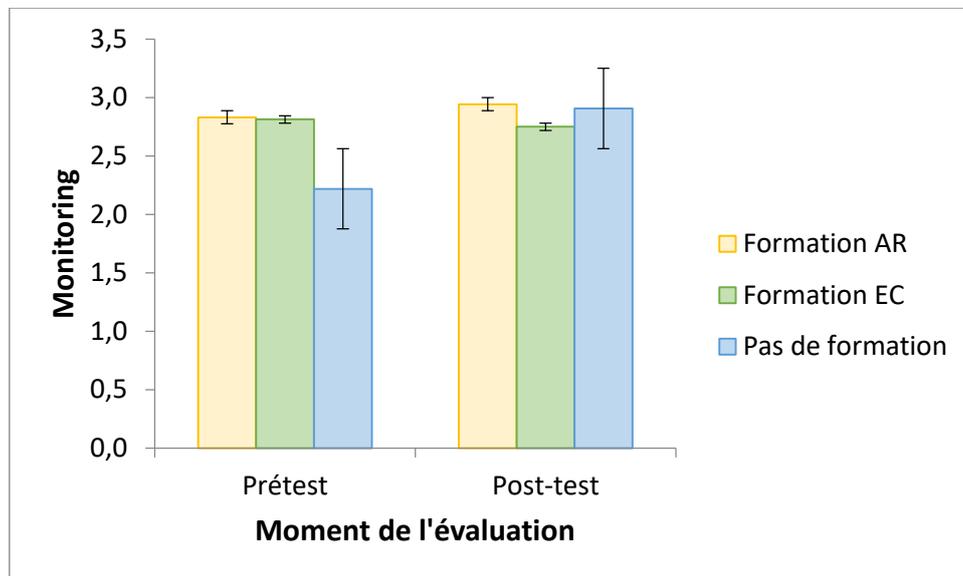


Figure 48. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « monitoring » pour les élèves situés au-dessus du 3^{ème} quartile pour le nombre d'erreurs émises dans le test des Rimes.

Flexibilité mentale

Nous n'observons pas d'effet d'interaction entre le type de formation et la flexibilité mentale sur les dimensions de l'apprentissage autorégulé.

Planification

Nous remarquons un effet d'interaction entre le temps de réalisation du test du Zoo et le moment de l'évaluation sur l'évolution de la dimension « auto-réaction », $F(6,134) = 2,20$, $p < .05$, $\eta^2 = .09$. Parmi les élèves ayant un temps de réalisation au test du zoo entre le 1^{er} quartile et la médiane, les élèves n'ayant bénéficié d'aucune formation ont un score supérieur aux élèves ayant suivi la formation sur l'autorégulation et la formation à l'éco-citoyenneté lors du prétest mais pas au moment du post-test (Figure 49).

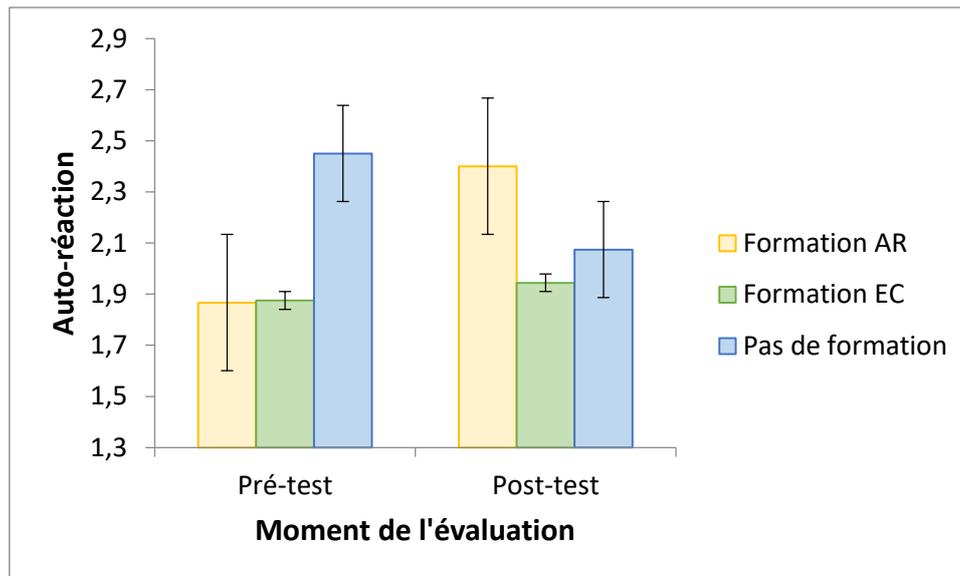


Figure 49. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Auto-réaction » pour les élèves situés entre le 1^{er} quartile et la médiane pour le temps de réalisation au test du Zoo.

3.5 Evolution des lycéens lors d'un deuxième post-test.

Nous avons recontacté par email notre cohorte de lycéens, trois ou quatre ans après leur participation initiale à l'étude et en fonction de l'année lors de laquelle nous étions dans leur établissement scolaire. Les lycéens les plus âgés étaient, pour la plupart, inscrits dans des études supérieures tandis que les plus jeunes terminaient leur année de Terminale.

Les lycéens étaient informés que les résultats étaient toujours en cours de traitement et qu'ils pouvaient, s'ils le souhaitaient, répondre de nouveau aux échelles d'apprentissage autorégulé. Seule une petite proportion de l'échantillon initial a accepté de répondre aux questionnaires (65% de femmes ; $\mu_{\text{âge}} = 17,88$; $\sigma_{\text{âge}} = 0,77$). Les trois questionnaires utilisés dans notre étude ont été informatisés et accompagnés d'une question ouverte sur l'influence que la formation a pu avoir sur leur parcours scolaire.

Nous avons effectué des ANOVA à mesures répétées pour étudier l'évolution des dimensions d'autorégulation au cours du temps et en fonction de la formation reçue. Les lycéens n'ayant bénéficié d'aucune formation n'ont pas été intégrés dans les analyses en raison de leur faible effectif ($n = 3$).

Nous n'observons pas d'effet d'interactions entre le moment de la mesure (prétest, post-test 1 et post-test 2) et le type de formation reçue. Néanmoins, nous constatons deux tendances à l'interaction.

La première porte sur la dimension « auto-évaluation », $F(2,40) = 2,83$, $p = .07$, $\eta^2 = .12$ (Figure 50). Les tests post-hoc ne sont pas significatifs. Seuls les lycéens ayant bénéficiés de la formation à l'apprentissage autorégulé ont tendance à s'améliorer entre la première et la dernière évaluation (Test LSD, $p = .06$).

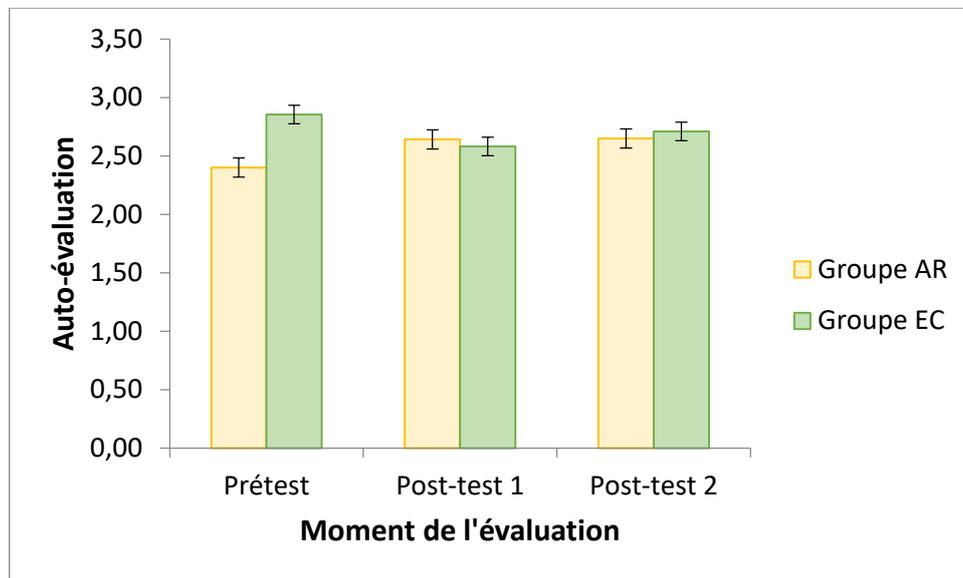


Figure 50. Tendance à l'interaction entre le type de formation et le moment de l'évaluation sur la dimension « Auto-évaluation ».

La seconde tendance à l'interaction porte sur la dimension « Auto-instruction et Imagerie », $F(2,40) = 2,81$, $p = .07$, $\eta^2 = .12$ (Figure 51). Le groupe expérimental s'améliore significativement entre le temps deux et le temps trois (Test LSD, $p < .05$) engendrant ainsi une différence significative entre les deux groupes au temps trois (Test LSD, $p < .05$).

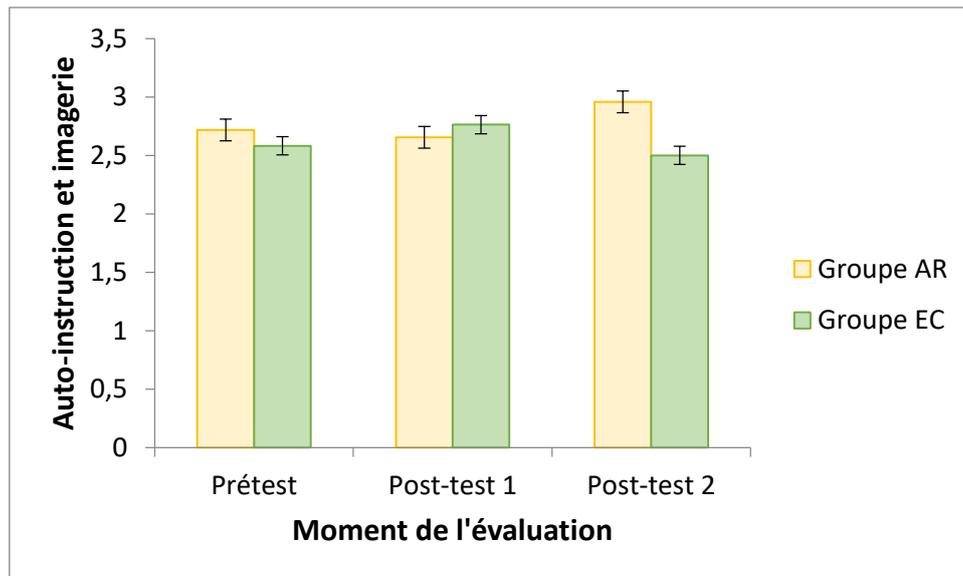


Figure 51. Tendence à l'interaction entre le moment de l'évaluation et la type de formation reçue sur la dimension « auto-instruction et imagerie ».

Nous observons également quelques effets principaux concernant le moment de l'évaluation (Annexe 15).

4. Discussion

Cette troisième étude répondait à plusieurs objectifs. Premièrement, nous souhaitions étudier la relation entre les capacités de contrôle cognitif, en particulier les fonctions exécutives, et la régulation des apprentissages par les adolescents. Deuxièmement, nous avons pour ambition d'évaluer l'impact d'une formation à l'apprentissage autorégulé sur l'utilisation de stratégies de régulation. Plus précisément, nous souhaitions savoir si une formation à l'apprentissage axée sur la réflexion sur ses propres processus, inciterait les lycéens à prendre conscience de leurs capacités et des solutions à leur disposition. Enfin, notre troisième objectif était d'évaluer le rôle des capacités exécutives dans les bienfaits de cette formation. Nous postulons que les fonctions exécutives et la régulation des apprentissages partageraient une relation de dépendance tout comme nos résultats l'ont montré chez l'enfant. Nous émettions également l'hypothèse qu'une formation à l'apprentissage autorégulé augmenterait l'utilisation de ce type de stratégie par les lycéens ayant bénéficié de cette formation. Enfin, nous supposons que les apprenants possédant de bonnes capacités exécutives bénéficieraient davantage de cette formation que les jeunes avec des capacités exécutives plus faibles.

Nos résultats ne nous permettent malheureusement pas de vérifier ces hypothèses. Nous n'observons qu'un très faible nombre de corrélations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. Ces corrélations étant très modérées voire faibles ($r < .30$), il est difficile d'affirmer nos conclusions.

Néanmoins, nous observons de légères corrélations allant dans le même sens que celles trouvées chez les enfants pour les capacités d'inhibition et de flexibilité mentale. Ainsi, les lycéens, présentant des scores élevés aux tests d'inhibition d'une réponse automatique et d'inhibition de la réponse à un distracteur, semblent utiliser davantage de stratégies d'anticipation et d'exécution des apprentissages que les lycéens présentant un nombre d'erreurs important dans ces tests. De même, les lycéens présentant une facilité à faire preuve de flexibilité mentale semblent plus enclins à utiliser des stratégies d'exécution des apprentissages, telles que l'auto-instruction, plutôt que les élèves ayant plus de difficultés dans ce type de tâches.

Par ailleurs, d'autres coefficients de corrélation semblent davantage se rapprocher du profil observé chez les adultes, dans l'une de nos précédentes recherches (Laurent et al., en préparation). Ainsi, les capacités de planification et de mise à jour de la mémoire de travail semblent partager une relation négative avec certaines facettes de l'apprentissage autorégulé. Les lycéens, avec de bonnes capacités à prendre plusieurs éléments en considération pour planifier un évènement, semblent moins anticiper leurs apprentissages que leurs pairs éprouvant plus de difficultés à prendre en compte l'ensemble des éléments d'un contexte. De même, les jeunes ayant des facilités à mettre à jour leur mémoire de travail semblent utiliser moins de stratégies d'exécution et d'évaluation des apprentissages que leurs pairs.

Concernant la formation à l'apprentissage autorégulé, nous ne pouvons pas conclure qu'elle fut bénéfique aux lycéens. Au contraire, les lycéens qui ont bénéficié de la formation à l'éco-citoyenneté, la formation contrôle, semblent avoir davantage progressé dans la phase d'autoévaluation des apprentissages et auraient de manière générale de meilleurs scores dans les dimensions de l'apprentissage autorégulé évalué.

Sur le long terme, ces résultats restent stables. Trois à quatre ans après cette recherche, nous n'observons pas de différences majeures entre les différents groupes expérimentaux. L'éventuel rôle des fonctions exécutives dans cette évolution devra donc continuer à être exploré.

A ce stade de cette recherche, et afin de mieux comprendre l'absence de résultats limpides dans notre étude, il convient de s'interroger sur les caractéristiques de la tranche d'âge observée.

L'adolescence est caractérisée par un état de transition entre l'enfance et l'âge adulte. Cet état, commun à plusieurs espèces animales, se manifeste par une recherche identitaire (Crocetti, Klimstra, Keijsers, Hale, & Meeus, 2009), une augmentation des comportements de prise de risque et d'impulsivité et une diminution du contrôle cognitif (Casey, Jones, & Hare, 2008).

Il fut longtemps considéré que le développement cérébral de l'enfance à l'âge adulte se déroulerait de manière linéaire. Ainsi, dans des tâches de contrôle cognitif du type go/no-go, les enfants n'activeraient pas les mêmes régions préfrontales que les adultes qui utiliseraient également davantage les aires pariétales que les enfants. L'activation des circuits neuronaux s'affinerait avec l'âge en passant d'une activation diffuse à une activation plus focalisée (Casey, Tottenham, Liston, & Durston, 2005). Cette réduction des aires et réseaux activés serait également liée à la performance, puisque des enfants obtenant des scores élevés dans la tâche go/no-go, activent davantage les aires pariétales que leurs pairs avec de moins bons résultats (Bunge, Dudukovic, Thomason, Vaidya, & Gabrieli, 2002).

Si le développement comportemental et cérébral se déroulait de manière linéaire entre l'enfance et l'âge adulte, alors les adolescents devraient mieux contrôler leurs comportements que les enfants. Or, ce n'est pas le cas et l'adolescence est réputée pour présenter une mortalité due à des prises de risques plus importante que dans l'enfance (Casey et al., 2008). Ce constat, retrouvé chez plusieurs espèces telles que les rats, les primates non-humains et les oiseaux, favorise ainsi l'hypothèse d'un développement cérébral non linéaire. Les études d'imagerie cérébrale indiquent que les zones responsables des émotions se développeraient plus rapidement que les zones frontales et préfrontales au moment de l'adolescence (Casey et al., 2008). En attendant que le développement des zones préfrontales « rattrape » celui des émotions, les adolescents verraient donc leurs capacités de décisions biaisées par leur ressenti émotionnel. Il y aurait alors un déséquilibre entre une augmentation des processus émotionnels bottom-up dans les régions sous-corticales et une immaturité des capacités de contrôle émotionnels top-down, liées aux aires préfrontales (Figure 52). Ainsi, les adolescents présenteraient des capacités intellectuelles permettant de discriminer un risque, de même niveau que les adultes, tout en exprimant un contrôle du comportement bien plus immature.

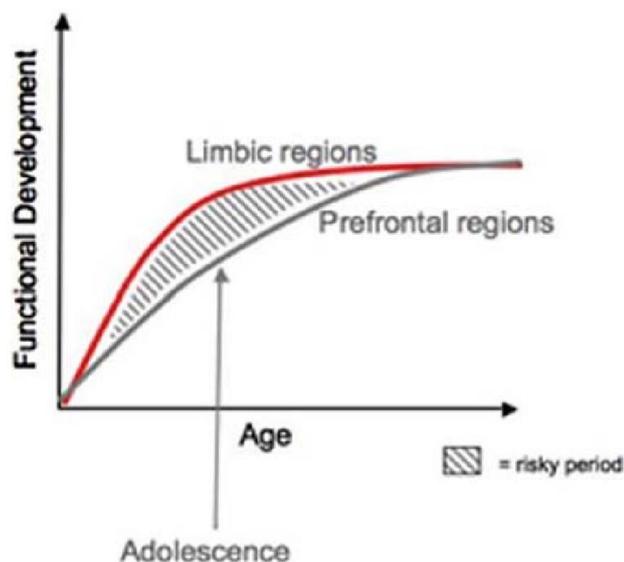


Figure 52. Evolution développementale des processus de contrôle émotionnel et de contrôle cognitif (issue de Casey et al., 2008).

Ce déséquilibre trouverait son origine dans l'histoire de l'évolution humaine. L'augmentation des prises de risques et des disputes avec les adultes serait un moyen adaptatif de faciliter le départ de l'environnement familial pour trouver un partenaire afin de procréer. Ce départ entraîne une augmentation du risque de décès du jeune en raison de la découverte d'un environnement plus large pouvant présenter un certain nombre de dangers, sans la protection des adultes. L'augmentation de la sensibilité aux émotions favoriserait la vigilance et une réaction plus rapide face à un danger (sensibilité à la peur exacerbée). De nos jours, ce comportement, qui a pu favoriser la survie, représente davantage un handicap qu'une adaptation. Dans les apprentissages où l'affectivité intervient et qui sont sources de beaucoup d'émotions, les adolescents pourraient ressentir davantage de difficultés à réguler leurs émotions (liées ou non aux apprentissages) engendrant ainsi une difficulté à prendre des décisions basées sur leur raison.

Les chercheurs distinguent le développement des comportements à risques de l'impulsivité. Cette dernière se développerait de manière plus linéaire (Casey et al., 2005).

Dans notre étude, nous n'observons peu voire pas de relations entre les capacités de contrôle cognitif et les stratégies d'apprentissage autorégulé. Nous pouvons supposer que les adolescents poursuivraient de manière linéaire leur développement du contrôle de l'impulsivité. Par contre, dans une situation d'apprentissage – contexte écologique regroupant de nombreux facteurs environnementaux tels que les relations avec les pairs, les parents, les

enseignants, la recherche de soi et l'anxiété face à l'avenir – les adolescents seraient parasités par leurs émotions et ne prendraient pas leurs décisions de manière rationnelle, ce qui pourrait expliquer le manque de corrélations entre nos mesures dans cette tranche d'âge contrairement à ce que nous observons chez l'enfant (Etude 2) et l'adulte (Laurent et al., en préparation).

Pendant l'adolescence, une augmentation de l'apparition de troubles anxieux est souvent constatée (Casey, 2015; Crocetti et al., 2009). Cette augmentation s'explique par une diminution de l'apprentissage de l'extinction de la peur chez l'adolescent en comparaison à l'enfant et l'adulte. Or, l'adolescence est caractérisée par la recherche et la construction d'une identité propre (Crocetti et al., 2009). L'adolescent peut s'engager dans diverses identités en adoptant les codes, les valeurs et les croyances qui y sont attachés. Il peut également remettre en cause ce choix et essayer une nouvelle identité. Pour choisir une identité, l'adolescent doit également renoncer à une autre. Ainsi, les adolescents peuvent être partagés entre l'envie de s'engager dans des choix de vie pertinents tout en craignant de faire un mauvais choix. De ce conflit peut découler une certaine anxiété. Contrairement à ce que nous pourrions penser, l'anxiété n'augmente pas pour tous les individus au cours de l'adolescence. Elle n'augmenterait que pour les jeunes ayant déjà un niveau d'anxiété élevé au début de la préadolescence (Crocetti et al., 2009). Dans une étude similaire, le même résultat est trouvé en comparant trois groupes de jeunes : anxiété élevée, anxiété modérée et anxiété faible (Letcher, Sanson, Smart, & Toumbourou, 2012). Les jeunes présentant le profil le plus anxieux voient leur anxiété augmenter au cours de l'adolescence jusqu'à atteindre son apogée à l'âge de 15 ans. A l'inverse, les jeunes avec le profil le moins anxieux voient leur niveau d'anxiété diminuer au cours de l'adolescence. Le profil de jeune présentant une anxiété modérée est à nuancer en fonction du sexe. Les jeunes filles de cette catégorie ont un niveau d'anxiété qui augmente durant l'adolescence tandis que les garçons ont un niveau d'anxiété qui diminue (Letcher et al., 2012). La classe de seconde se caractérise par le choix d'une orientation scolaire amenant au baccalauréat et à certaines catégories d'études par la suite. Cette étape de vie pourrait être vécue comme particulièrement anxiogène pour les lycéens. Malheureusement, dans notre étude, nous n'avons pas contrôlé le niveau d'anxiété de nos participants. Nous ne pouvons donc pas savoir si le niveau d'anxiété des adolescents a pu interférer avec notre recherche.

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, nous n'avons observé aucun bienfait de notre intervention sur la mise en place de la régulation des apprentissages. Les jeunes ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé ne semblent pas avoir modifié leur manière d'apprendre suite à la formation. Une possibilité est qu'ils aient appris à mieux

évaluer leur manière de travailler et surestiment moins l'utilisation de stratégies de régulation. Néanmoins, cette hypothèse ne peut être vérifiée dans la présente étude. Une autre piste d'explication de ce résultat pourrait être l'intérêt porté par les adolescents aux activités scolaires. Une récente étude met en avant une diminution de l'intérêt scolaire et de l'intérêt disciplinaire (français et math) entre la 6^{ème} et la Terminale (Fenouillet et al., 2017). Cette diminution, observée dans de nombreuses cultures, atteindrait son niveau le plus bas entre la 3^{ème} et la 2^{nde} avant de remonter progressivement en classe de Terminale. Une diminution similaire du sentiment d'efficacité et de la motivation intrinsèque serait également observée. Ainsi, notre intervention auprès d'élèves de seconde est arrivée juste au moment où l'intérêt des élèves pour les apprentissages serait au plus bas. Bien que nous n'ayons pas contrôlé cet aspect motivationnel, nous pouvons imaginer que nos participants n'ont pas adhéré autant que nous l'aurions souhaité à la thématique de la formation. Une intervention auprès d'élèves de 6^{ème} où l'intérêt pour les apprentissages semble au plus haut ou bien auprès d'élèves de Terminale s'appêtant à entrer dans l'enseignement supérieur serait peut-être plus appropriée.

Ce dernier point nous permet d'aborder la principale limite que nous avons constatée au cours de cette recherche. Les participants du premier établissement dans lequel nous nous sommes rendus ont fait preuve d'un faible investissement vis-à-vis de l'étude. Plusieurs participants du groupe éco-citoyenneté ont abandonné l'étude en cours d'année et certains participants du groupe expérimental étaient peu assidus ou ne participaient pas de manière active aux ateliers. L'équipe éducative a peut-être renforcé ce désinvestissement en ne suivant que peu le déroulé de la recherche et en ne participant pas pleinement à sa mise en place. Ainsi, les deux classes de seconde choisies par l'établissement scolaire représentaient la « meilleure » et la « pire » classe alors que nous demandions une sélection aléatoire des élèves. Nous n'avons eu connaissance de cette information qu'à la fin de l'étude, lors d'une rencontre avec les enseignants pour leur communiquer les résultats et échanger avec eux.

Par ailleurs, la structure de notre formation serait peut-être à revoir tant sur le plan de sa durée que de son contenu. Les six séances d'intervention n'ont peut-être pas permis aux adolescents de s'approprier et de transférer les stratégies apprises dans la mesure où l'évolution des méthodes d'apprentissage est un processus assez lent. En effet, Miller (1990) a conceptualisé l'apprentissage d'une nouvelle stratégie cognitive par l'apparition de quatre phases successives. Lors de la première phase, la stratégie est absente. Dans la seconde, l'individu produit la stratégie mais de manière aléatoire. La troisième phase est caractérisée par une déficience d'utilisation de la stratégie. Lors de la quatrième phase, la stratégie est parfaitement maîtrisée, voire automatisée, et bénéfique. La déficience d'utilisation est

caractérisée par une utilisation correcte et appropriée de la stratégie, mais qui ne produit pas le bénéfice attendu (Clerc, 2013 ; Clerc, Miller, & Cosnefroy, 2014). Une étude récente, chez l'enfant de 4 à 5 ans, démontre qu'une déficience d'utilisation peut de nouveau intervenir dans le cas d'une situation de transfert, alors que cette stratégie était entièrement maîtrisée (Clerc, Rémy, & Leclercq, 2017). Par conséquent, il serait peut-être judicieux de proposer ce type d'intervention tout au long de l'année pour laisser le temps aux adolescents de s'approprier le sujet, de tâtonner dans l'utilisation des stratégies et de prendre le temps d'adapter leur méthode de travail. L'équipe enseignante devrait également être accompagnée pour inciter les élèves à explorer leurs possibilités d'apprentissage, quitte à observer une baisse de performance plutôt que de pénaliser un changement de stratégies si une augmentation des résultats n'est pas immédiatement présente. Le contenu de la formation gagnerait probablement en étant contextualisé avec les apprentissages réels effectués par les élèves au cours de la semaine (e.g. travailler sur la planification des révisions pour un contrôle réellement prévu dans les deux semaines suivant la séance d'intervention).

En conclusion, cette troisième étude ne nous permet pas de vérifier nos hypothèses et de tirer des conclusions fiables de nos résultats mais elle nous éclaire sur d'éventuelles pistes à explorer pour améliorer la régulation des apprentissages en amont de l'entrée dans les études supérieures. Il serait intéressant de proposer ce type d'intervention à une période du développement où les jeunes sont plus stables et davantage intéressés par les apprentissages. En parallèle, les jeunes pourraient peut-être bénéficier d'une intervention sur la régulation émotionnelle afin de mieux gérer cette étape particulière du développement.

Partie 3 – Discussion Générale

Discussion

La proximité des définitions entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé, ainsi que les similarités observées au niveau comportemental en cas de difficultés, nous ont questionnés sur les liens existant entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives.

A l'origine, dans le cadre d'un mémoire de recherche, nous avons étudié les relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé dans une cohorte d'étudiants inscrits en première année de psychologie (Laurent et al., en préparation). Nous cherchions à répliquer les travaux d'Effeney et al. (2013) et de Garner (2009) démontrant des relations positives entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé.

Contrairement à leurs études, nous avons intégré des tests neuropsychologiques, en plus des échelles, pour évaluer les capacités exécutives des participants. Nous supposons que des étudiants présentant de bonnes capacités à inhiber, à être flexibles, ou à planifier un déplacement, arriveraient davantage que leurs pairs à organiser et réguler leurs apprentissages. Cependant, les résultats de cette étude ne concordaient pas avec nos hypothèses et les résultats des études précédentes. Contrairement à nos attentes, nous avons constatés que les étudiants présentant les plus faibles scores aux tests exécutifs, régulaient davantage leurs apprentissages que leurs pairs. Nous expliquons ces résultats comme la possibilité d'une présence de stratégies de compensations élaborées grâce à une connaissance acquise de l'individu de ses propres difficultés. Par exemple, un étudiant qui aurait conscience de sa difficulté à passer d'une tâche à une autre pourrait utiliser un journal de bord pour suivre l'avancée de son travail.

De plus, nous nous interrogeons sur l'évolution des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé au cours du développement et de la maturation cérébrale. La proximité conceptuelle entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives tend à supposer que ces dernières seraient une base cognitive essentielle à la mise en place d'un comportement bien régulé lors des apprentissages. Or, compte tenu de l'âge des étudiants (18-20 ans), il était raisonnable de supposer que la maturation cérébrale, notamment frontale, était en cours d'achèvement. Les fonctions exécutives devaient donc être bien développées.

Chez l'adulte, les fonctions exécutives ayant atteint un niveau mature, la régulation des apprentissages pourrait continuer à se développer dans le cadre des études supérieures

sans nécessairement être liée à une amélioration des processus exécutifs, comme en témoignent les résultats de notre étude préliminaire réalisée en Master.

Il nous a donc semblé intéressant d'étudier ces liens chez des individus plus jeunes à un stade moins avancé de leur maturation cérébrale et pour lesquels les fonctions exécutives seraient encore en développement. Cependant, il a longtemps été considéré que les enfants ne seraient pas capables de réguler leurs apprentissages en raison d'un développement métacognitif immature (Vandeveldt et al., 2012). De ce fait, nos connaissances sur le développement de l'apprentissage autorégulé et sur les interactions avec le développement cognitif et motivationnel des enfants sont peu nombreuses.

En conséquence, la présente recherche de ce manuscrit avait pour objectif d'étudier les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé au cours du développement, en particulier auprès d'élèves scolarisés en CM1, en CM2 et en seconde générale. Nous faisons l'hypothèse que les relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé seraient plus fortes chez les plus jeunes individus que chez les adolescents et chez les adultes de notre précédente recherche.

Nous avons choisi ces deux tranches d'âge dans la mesure où elles correspondent à deux paliers de la scolarité. Les élèves de CM1 et CM2 s'apprêtent à entrer au collège qui deviendra un lieu d'apprentissage beaucoup plus vaste et moins cadré que l'école élémentaire. Les élèves de seconde découvrent également un nouvel établissement où il leur sera demandé d'être de plus en plus autonomes en vue de la préparation du baccalauréat et de l'entrée dans les études supérieures.

Afin de répondre à notre objectif, nous souhaitons étudier :

- la manifestation de la régulation des apprentissages chez des élèves de CM1 et CM2,
- les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé chez l'enfant et chez l'adolescent,
- l'impact d'une formation à l'apprentissage autorégulé chez des adolescents.

Les trois études exploratoires réalisées dans le cadre de ce travail ont permis d'extraire un ensemble de résultats améliorant nos connaissances dans ce domaine.

Nos analyses nous permettent de constater que les fonctions exécutives et les stratégies d'apprentissage autorégulé sont corrélées positivement chez les enfants. En particulier, les capacités d'inhibition, de flexibilité mentale et métacognitives sont corrélées avec le contrôle de l'exécution au cours d'une tâche d'apprentissage, les capacités volitionnelles et la fixation des buts.

Chez l'adolescent, nos résultats sont moins nets et ne permettent pas de tirer des conclusions précises. Leurs capacités d'inhibition et de flexibilité mentale sont positivement corrélées avec les phases d'anticipation et d'exécution de l'apprentissage autorégulé tandis que leurs capacités de mise à jour de la mémoire de travail et de planification sont négativement corrélées avec les trois phases de l'apprentissage autorégulé. Ainsi, certains des résultats obtenus se rapprochent de ceux observés chez l'enfant alors que d'autres résultats sont similaires à ceux rencontrés chez l'adulte.

Il convient donc, dans un premier temps, de s'interroger sur les causes pouvant expliquer cette évolution au cours du développement. Nous évoquerons l'influence de la maturation cérébrale et de la régulation émotionnelle.

Dans un second temps, nous nous questionnerons sur les caractéristiques de nos interventions et sur les facteurs ayant pu jouer un rôle dans l'impact de ces interventions sur les apprentissages. Nous aborderons, en particulier, l'influence du contexte et de certains processus motivationnels dans l'adhésion au projet, ainsi que les facteurs d'efficacité d'une formation évoqués par certaines études.

Enfin, nous préciserons les limites méthodologiques de notre recherche.

1. Evolution non linéaire des relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé

L'un des principaux objectifs de cette recherche était d'étudier les liens entre les fonctions exécutives, ou plus largement les capacités de contrôle cognitif, et l'utilisation de stratégies d'apprentissage autorégulé à différentes phases de la vie : la fin de l'enfance et l'adolescence.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons réalisé une étude qualitative afin de vérifier l'existence de comportements d'apprentissage autorégulé chez les enfants scolarisés en CM1 et CM2. Nous avons ensuite créé et validé un questionnaire mesurant ces comportements.

Nos résultats démontrent des corrélations positives entre les capacités de contrôle (inhibition, flexibilité mentale et métacognition) et certains aspects de l'apprentissage autorégulé (volition, le contrôle de l'exécution et la fixation des buts) chez des enfants de CM1-CM2. Ainsi, les enfants qui présentent les meilleurs scores dans ces capacités sont également ceux qui rapportent réguler le mieux leurs apprentissages. Ces résultats sont cohérents avec nos hypothèses mais aussi avec les recherches antérieures dans ce domaine, qui avaient porté sur l'adolescent et l'adulte (Effeney et al., 2013; Garner, 2009). Néanmoins,

nous ne connaissons pas de recherche mettant en lien l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives chez l'enfant de 8 à 10 ans.

Les résultats obtenus lors de cette première étude n'ont pas été retrouvés dans notre cohorte d'adolescents. En effet, nous ne constatons que quelques corrélations modérées entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. Ces corrélations sont parfois négatives comme chez l'adulte et parfois positives comme chez l'enfant. Dans certains cas, un niveau exécutif faible est lié à une utilisation accrue de stratégies d'autorégulation. Dans d'autres cas, l'efficacité de leurs fonctions exécutives est liée à un apprentissage autorégulé de qualité. Il semblerait que les adolescents se situent dans une phase de transition où la régulation des apprentissages dépendrait moins des processus exécutifs que dans l'enfance.

1.1 Influence de la maturation cérébrale

Comme évoqué dans la discussion de notre troisième étude, nous avançons l'hypothèse que le développement non linéaire de la maturation cérébrale pourrait avoir un rôle non négligeable dans nos résultats. En effet, au moment de l'adolescence, les aires cérébrales responsables de la perception émotionnelle se développeraient plus rapidement que les zones frontales et préfrontales permettant leur régulation (Casey et al., 2008). Ainsi, les adolescents seraient en mesure de raisonner correctement sur une situation, d'identifier les risques potentiels de cette situation et d'évoquer des solutions pour y remédier, sans pour autant être capables de réguler leur comportement dans le cas où cette situation deviendrait réelle.

L'adolescence est définie comme une période de transition entre l'enfance et l'âge adulte commençant au début de la puberté et se terminant avec une certaine indépendance vis-à-vis des parents (Casey, 2015). L'une des caractéristiques de l'adolescence est l'augmentation de 200% du risque de décès (accident, suicide, homicide...) et d'entrée dans des pathologies psychiatriques (Casey, 2015). Bien que plus âgés et présentant une moindre impulsivité que les enfants, les adolescents semblent avoir plus de difficulté à se contrôler. Le self-control peut être défini comme la capacité à supprimer des émotions, désirs et actions inappropriés en faveur d'une action plus adaptée (Casey, 2015). Ce manque de discernement au cours d'une action a souvent conduit les chercheurs à considérer les adolescents comme déficients au moment de cette période critique. Casey (2015) propose plutôt de considérer ces difficultés de contrôle comme une évolution normale du développement humain. Les régions sous-corticales impliquées dans le circuit de la récompense et les régions préfrontales, assurant le contrôle du comportement, n'interagiraient pas de la même manière au cours du

développement. En particulier, les connexions motivationnelles et émotionnelles sous-corticales se développeraient plus précocement que les connexions préfrontales engendrant ainsi un déséquilibre développemental du cerveau sur lequel s'appuie le modèle de Casey et al. (2008). Les adolescents seraient ainsi plus sensibles aux signaux motivationnels mettant au défi le contrôle préfrontal alors même que c'est ce dernier qui devrait être sollicité.

La capacité à supprimer une réponse automatisée serait dépendante de circuits neuronaux différents en présence et en l'absence de stimuli émotionnels. Plusieurs études chez l'adolescent ont rapporté une activation plus importante du striatum ventral lors de l'anticipation d'une récompense par rapport aux adultes, associée à une activation moindre du cortex préfrontal (voir Casey, Jones, & Somerville, 2011). Le cortex préfrontal ventrolatéral serait activé lors de la suppression d'une réponse en l'absence de stimuli émotionnels tandis que la difficulté des adolescents à supprimer une réponse face à un stimulus émotionnel dépendrait du striatum ventral, qui est une zone importante dans la détection et l'apprentissage de nouvelles récompenses issues de l'environnement (Casey & Caudle, 2013). Ainsi, les décisions et les actions des adolescents ne seraient pas uniquement dues à une moindre maturité du cortex préfrontal, mais plutôt à un conflit entre les circuits neuronaux impliquant le striatum ventral et agissant dans le traitement de la récompense, et le cortex préfrontal, engagé dans les processus de contrôle. Ce déséquilibre est confirmé dans un contexte émotionnel et expliquerait les difficultés de régulation comportementale (Galvan et al., 2006; Somerville, Hare, & Casey, 2011).

L'ensemble de ces travaux permet donc d'ouvrir une piste explicative des résultats trouvés dans notre recherche. Il semblerait que l'évolution non linéaire de la maturation cérébrale désavantagerait les lycéens dans la régulation de leurs émotions. Nos phases d'évaluation consistaient à tester les fonctions exécutives de nos participants à l'aide de tests neuropsychologiques, dans une salle calme et sans enjeu affectif ou motivationnel particulier, dans la mesure où ne propositions pas de récompenses dépendantes des performances des élèves. De même, l'utilisation d'échelles pour mesurer l'apprentissage autorégulé ne nous a pas permis d'observer leur capacité de régulation dans une situation impliquant un contexte social et émotionnel particulier.

Les travaux présentés ci-dessus appuient considérablement sur le fait que les adolescents pourraient ressentir des difficultés à réguler et contrôler leur comportement en raison d'une faible régulation émotionnelle due à une maturation préfrontale plus tardive que les aires sous-corticales. Les rares corrélations obtenues dans notre cohorte évoqueraient ainsi une faible concordance entre l'évaluation des capacités exécutives et la régulation des

apprentissages autoévaluée dans une situation neutre. L'autoévaluation par les adolescents ne représenterait probablement pas la réalité de leurs comportements au cours d'une tâche d'apprentissage. Nous souhaitons donc nous intéresser davantage à la régulation des émotions au cours des apprentissages ainsi qu'à la gestion du comportement lors de situations plus ou moins chargées sur le plan motivationnel et émotionnel.

1.2 La régulation émotionnelle au cours des apprentissages

Gumora et Arsenio (2002) ont étudié auprès d'un échantillon d'adolescents ($M = 12,1$ ans) l'influence des émotions ressenties, en général et à l'égard des activités scolaires, sur les performances académiques en anglais (langue maternelle) et en mathématiques. Les analyses de régression montrent que les émotions négatives, à l'égard des apprentissages et ressenties en général, prédisent les performances scolaires des élèves, après le contrôle de leurs capacités cognitives. Les élèves ressentant des émotions négatives présentent de plus faibles résultats scolaires que leurs pairs. Contrairement à leurs hypothèses, la régulation émotionnelle ne semble pas interagir avec ces variables.

Dans la mesure où les apprentissages peuvent être impactés négativement par le stress et l'anxiété (Boekaerts, 1993 ; cité par Droppert et al., 2019) mais renforcés par les émotions positives (Fredrickson, 1998 ; cité par Droppert et al., 2019), il convient d'introduire ici le concept d'intelligence émotionnelle, définie comme l'ensemble des capacités permettant l'identification, la discrimination, la régulation et l'utilisation des émotions (Mayer, Salovey, & Caruso, 2002 ; cités par Droppert et al., 2019). Nous nous interrogeons alors sur la façon dont les capacités d'intelligence émotionnelle pourraient contribuer à réguler les émotions.

Selon ces auteurs, les adolescents disposant d'une intelligence émotionnelle élevée ont une meilleure conscience et gestion de leurs émotions et obtiennent plus de satisfactions lors d'interactions sociales visant à les aider (Mayer, Salovey, & Caruso, 2004). Cette compétence permettrait de réduire l'impact négatif du stress sur les processus cognitifs (Pekrun, Elliot, & Maier, 2009). De leur côté, Valiente, Swanson, et Eisenberg (2012) ont constaté que les élèves dotés d'un bon contrôle émotionnel étaient plus motivés pour réussir, pour participer à des activités d'apprentissage et pour développer des relations solides avec les autres, même lorsqu'ils éprouvaient des niveaux modérés d'émotion négative.

De la même façon que les apprentissages, les fonctions exécutives peuvent être modulées par des aspects émotionnels. Zelazo et Carlson (2012) proposent une conception des fonctions exécutives en considérant une utilisation différenciée de ces processus en fonction de la charge émotionnelle et motivationnelle présente dans l'environnement. Ils reprennent la

conception des systèmes chauds et froids évoqués par Metcalfe et Mischel (1999) à la différence que les fonctions exécutives seraient utilisées en tant que processus top-down quelle que soit la charge émotionnelle de la situation. Pour distinguer l'efficacité des fonctions exécutives en situation chaude (chargée sur le plan émotionnel et motivationnel) et froide (pas d'enjeu émotionnel ou motivationnel particulier), nous devrions utiliser des tâches cognitives différentes. Par exemple, les tâches impliquant un délai de récompense, une prise de décision ou de type Gambling Task seraient particulièrement adaptées pour mesurer le fonctionnement exécutif chaud tandis que des tâches de type go/no-go sont plus appropriées pour évaluer le fonctionnement exécutif froid.

Dans notre étude, nous avons mesuré les capacités exécutives des lycéens à l'aide de tâches exécutives « froides » n'impliquant pas d'enjeu émotionnel ou motivationnel particulier. Ainsi, nous n'avons pas pu évaluer leurs capacités de contrôle dans une situation chargée émotionnellement, comme ce peut être le cas lors d'une tâche d'apprentissage.

2. Réflexion sur la formation à l'apprentissage autorégulé.

Notre deuxième objectif principal était d'étudier l'impact d'une intervention sur la régulation des apprentissages des lycéens. Malheureusement, nos résultats ne permettent pas d'identifier une amélioration significative des capacités de régulation suite à l'intervention. Nous observons même une légère tendance du groupe ayant bénéficié d'une formation à l'éco-citoyenneté à améliorer certains aspects de la régulation des apprentissages. Nous pouvons suggérer plusieurs hypothèses pour expliquer ce résultat.

Tout d'abord, et comme nous l'avons proposé dans la discussion de notre troisième étude, l'intérêt et la motivation portés par les lycéens au moment de l'expérimentation n'étaient peut-être pas totalement adaptés.

Ensuite, il convient de s'interroger directement sur la structure et la conception même de notre intervention.

2.1 L'influence du contexte et de la motivation envers les apprentissages

Nous avons déjà évoqué l'hypothèse qu'un manque d'intérêt pour les apprentissages à l'âge de 15 ans pourrait expliquer l'absence d'amélioration des capacités de régulation des apprentissages suite à la formation. En effet, l'étude de Fenouillet et al. (2017) démontre une diminution progressive de l'intérêt scolaire entre la 6^{ème} et la Terminale avec le point le plus bas atteint entre la 3^{ème} et la 2^{nde}.

Ainsi, les lycéens intégrés dans notre expérimentation ne se sont probablement pas intéressés autant à l'intervention que nous l'aurions souhaité. Néanmoins, des éléments qualitatifs recueillis au cours de l'intervention semblaient démontrer un certain intérêt pour l'autorégulation des apprentissages.

D'après Fenouillet et al. (2017), une diminution similaire du sentiment d'efficacité personnelle et de la motivation intrinsèque serait également observée dans cette tranche d'âge. Or, et comme l'indique l'étude de Legault et Inzlicht (2013), les capacités de régulation, et plus particulièrement les capacités de contrôle, seraient liées à la qualité de la motivation. Ainsi, un individu situé dans une motivation autonome (i.e. identifiée ou intrinsèque ; Ryan & Deci, 2000) serait davantage capable d'anticiper ses erreurs et de les corriger. Tout en contrôlant le niveau motivationnel des participants, ils ont mesuré avec un électroencéphalogramme l'activité des étudiants lors d'une tâche de type go/no-go. Les résultats montrent que les individus ayant une motivation autonome présentent un seuil de sensibilité à l'erreur plus élevé que les individus se trouvant dans une motivation contrôlée (introjectée ou extrinsèque).

Les participants de notre étude étaient volontaires pour participer aux interventions. Néanmoins, certains d'entre eux ont pu être influencés par leurs pairs, leurs enseignants ou leurs parents et ne pas avoir choisi de participer à l'étude pour eux-mêmes.

2.2 Facteurs d'efficacité d'une formation

Notre intervention était dispensée au cours de six séances hebdomadaires, en demi-groupe et pendant une heure. Quel que soit le contenu de la formation (apprentissage autorégulé ou éco-citoyenneté), l'objectif était d'inciter les lycéens à s'observer et à remettre en question leurs comportements. Face à l'absence de résultats permettant de valider nos hypothèses, nous nous interrogeons sur les caractéristiques pouvant rendre bénéfique une intervention de ce type.

En ce qui concerne les interventions visant à améliorer les processus métacognitifs et la régulation des apprentissages, les études sont peu nombreuses, très récentes et souvent contradictoires. Selon Raaijmakers, Baars, Paas, van Merriënboer, et van Gog (2018), l'utilisation de vidéo avec un enseignement explicite pourrait améliorer l'autoévaluation et la sélection d'une tâche appropriée à son niveau et à son souhait de progression. Dans ce type de vidéo, une personne réalise l'activité en décrivant chacune de ses actions et réflexions au moment où elles se produisent. Les participants, âgés de 12 ans, sont ensuite invités à réaliser

l'activité par eux-mêmes. Suite à ces vidéos, les participants ont amélioré leurs capacités d'auto-évaluation mais n'ont pas transféré cet apprentissage à un autre domaine.

Dans une recherche auprès d'étudiants, Langdon et al. (2019) ont étudié l'évolution de leurs capacités métacognitives suite à trois types d'interventions : pratique réflexive, acquisition passive, apprentissage collaboratif. L'intervention basée sur une pratique réflexive poussait les étudiants à s'interroger sur la façon dont ils préparent un examen, sur les erreurs qu'ils ont commises ainsi que sur la manière dont ils pourraient procéder pour préparer un examen ultérieur. L'intervention proposant une acquisition passive consistait en un visionnage de vidéo donnant des informations théoriques sur la métacognition (connaissances métacognitives et stratégies de régulation). Enfin, la troisième intervention consistait en un apprentissage collaboratif : les étudiants travaillaient par groupes de trois ou quatre et à la fin, une seule personne du groupe devait répondre pour tout le groupe. Les résultats de cette étude montrent que seul le groupe ayant bénéficié de l'intervention avec une pratique réflexive a pu améliorer ses connaissances métacognitives. Le groupe ayant pratiqué un apprentissage collaboratif est resté stable tandis que les performances du groupe ayant effectué un apprentissage passif ont diminué. Les auteurs n'observent aucune évolution significative sur les capacités de régulation. La pratique réflexive permettrait aux étudiants de s'engager dans une démarche métacognitive en s'interrogeant sur leurs propres processus et comportements d'apprentissage, contrairement à l'apprentissage passif.

Dans notre étude, nous n'avons pas observé d'amélioration des performances mais parfois une légère diminution. Nos interventions comportaient une phase théorique mais qui était discutée par les lycéens et accompagnée d'exercices pratiques où la pratique réflexive était encouragée. Néanmoins, et contrairement à l'étude de Langdon et al. (2019), nous n'avons pas mesuré les connaissances métacognitives mais essentiellement les capacités de régulation et de contrôle sur lesquelles Langdon et al. (2019) n'observent pas de résultats significatifs.

Dans le domaine des fonctions exécutives, et même si ce n'est pas totalement transposable à notre procédure, Diamond (2012) présente les résultats obtenus par différentes interventions ayant pour objectif d'améliorer les capacités de contrôle. Il semble apparaître, dans son analyse, que les interventions focalisées sur une seule fonction exécutive ne permettent pas d'amélioration significative des performances en situation réelle par rapport aux interventions proposant un dispositif plus large en mettant en jeu plusieurs fonctions exécutives. Par ailleurs, les formations en elles-mêmes ne semblent pas bénéfiques si elles ne sont pas associées à un accompagnement de la régulation émotionnelle. Ainsi, des

interventions éduquant également au ressenti et au contrôle du comportement et des émotions telles que le taekwondo ou le yoga seraient plus bénéfiques que des interventions directement liées aux fonctions exécutives. De plus, le stress et l'anxiété ayant un effet néfaste sur l'activation des zones préfrontales, l'implication des individus dans une activité réduisant ces émotions négatives favoriserait la régulation du comportement (Diamond, 2012), ce qui est concordant avec les données présentées dans la partie précédente (e.g. Gumora & Arsenio, 2002).

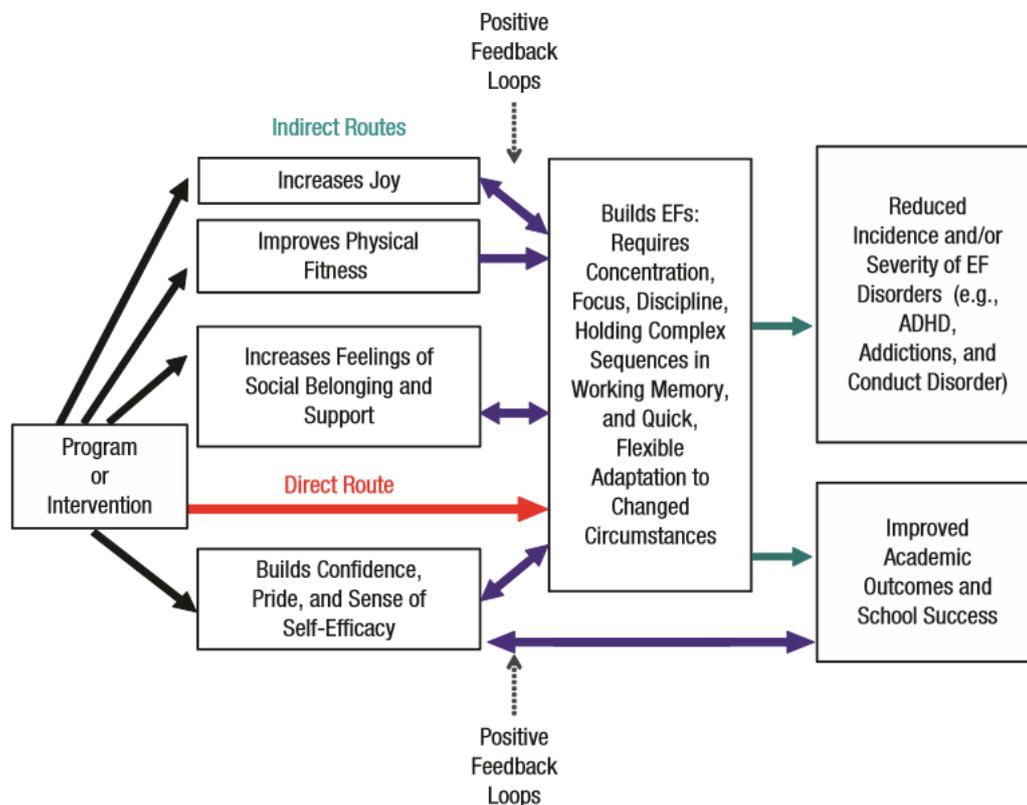


Figure 53. Hypothèse de Diamond (2012) postulant que les programmes d'intervention des fonctions exécutives doivent avant tout permettre l'engagement de l'individu pour être bénéfique.

Enfin, le plaisir, le sentiment de fierté et le bien-être ressenti au cours de ces interventions seraient un facteur important de progression ; les individus doivent s'investir et être motivés par l'activité pour progresser (Figure 53). Bien que notre formation fût axée sur l'observation et la modification de ses propres actions, il est apparu que les lycéens intégrés à la formation sur l'éco-citoyenneté ont davantage adhéré à l'intervention que ceux ayant reçu la formation à l'apprentissage autorégulé. En effet, nous sommes intervenus en pleine COP21 lors de laquelle la question environnementale et l'éco-citoyenneté ont été fortement

médiatisées. D'autre part, l'un des lycées dans lequel nous nous sommes rendus était très investi sur ces questions et possédait des délégués dédiés à la protection de l'environnement. Ces lycéens ont également davantage réalisé les activités proposées en dehors des séances d'intervention que les lycéens ayant bénéficié de la formation à l'apprentissage autorégulé. Nous pouvons ainsi supposer que le groupe éco-citoyenneté a pu transférer cette capacité à revoir son comportement dans les apprentissages. Néanmoins, les verbalisations recueillies trois à quatre ans après l'expérimentation ne semblent pas aller dans ce sens. Ils évoquent essentiellement une augmentation de leurs comportements pro-environnementaux mais n'évoquent pas leurs apprentissages scolaires et/ou universitaires (Annexe 16).

Par ailleurs, les résultats issus de la revue de littérature de Diamond (2012) montrent que les interventions centrées sur les fonctions exécutives ne seraient bénéfiques qu'avant l'âge de 9 ans voire même avant 6 ans, âge moyen d'entrée en école élémentaire (Diamond, 2012). Bien que notre intervention n'ait pas porté sur les fonctions exécutives, nous n'avons probablement pas favorisé l'amélioration des comportements d'apprentissage des lycéens. En effet, l'adolescent a déjà plusieurs années d'expérience dans le système scolaire et s'est déjà construit une représentation et des sentiments stables vis-à-vis des activités académiques. Une intervention plus précoce serait certainement plus bénéfique.

Quelques études chez l'enfant tendent à démontrer que la présence d'une réflexion métacognitive serait nécessaire pour observer une amélioration des performances suite à une intervention portant sur les fonctions exécutives ou sur la régulation des apprentissages.

Ainsi, l'étude de Capodici, Re, Fracca, Borella et Carretti (2019) étudie l'influence d'une formation combinant un entraînement métacognitif à un entraînement de la mémoire de travail sur le comportement d'enfants de 7 ans souffrant d'un déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) et d'enfants sans trouble particulier. Les enfants bénéficiaient d'une séance hebdomadaire en petit groupe (4-5 enfants) sur la métacognition et d'une séance hebdomadaire réalisée à la maison sur un programme d'entraînement de la mémoire de travail. Les séances en groupe consistaient à réaliser une petite activité liée à la vie scolaire de l'enfant (e.g. préparer son sac) en lui apportant des connaissances théoriques, des échanges réflexifs ainsi que des feedbacks. Ils observent une amélioration des performances dans les deux groupes ainsi qu'une diminution des symptômes d'hyperactivité et d'inattention dans le groupe d'enfants avec un TDAH. Néanmoins, cette étude ne présente pas d'intervention uniquement axée sur la mémoire de travail, ni de groupe contrôle. Ainsi, il n'est pas possible d'affirmer que l'amélioration des performances est due à la présence d'une pratique métacognitive lors de l'intervention. De plus, les interventions axées sur la mémoire de travail

sont celles donnant les meilleurs résultats à ce jour notamment en ce qui concerne le programme Cogmed (Diamond, 2012). Les auteurs n'ayant pas intégré de groupe contrôle dans leur procédure, il est également possible que les performances des enfants aient évolué en raison de leur développement.

Dans une récente étude portant sur des enfants de 9 à 10 ans, Cirino et al. (2017) ont évalué le bénéfice d'une formation sur la lecture de texte associée à un accompagnement dans la mise en place des fonctions exécutives et de l'apprentissage autorégulé. Un premier groupe de participants a uniquement bénéficié d'une intervention méthodologique sur la lecture de texte alors qu'un deuxième groupe était poussé à mener une réflexion sur les processus activés avant, pendant et après la lecture du texte ainsi que sur les dynamiques motivationnelles poussant à lire et comprendre un texte. Un troisième groupe ne bénéficiait d'aucune intervention. Les résultats ne montrent pas de différence entre les deux types de formation mais les auteurs observent une amélioration des performances par rapport au groupe contrôle.

Toujours chez l'enfant, Pennequin, Sorel, Nanty et Fontaine (2010) ont mis en place un entraînement à la métacognition s'appuyant sur les conseils énoncés par Schraw (1998 ; i.e. approche interactive combinant l'usage d'instructions claires et précises, une phase de modelage par un enfant expert, des temps de réflexion et d'activités en groupe ; cité par Pennequin et al., 2010). Dans le cadre d'une activité de résolution de problèmes, les enfants ont tous bénéficié de cet entraînement que ce soit sur leurs connaissances et procédures métacognitives, ou leurs performances de résolution. Néanmoins, les progrès observés sont particulièrement important pour les enfants qui présentaient, au moment du pré-test, des difficultés en mathématiques.

Ainsi, la formation proposée dans notre étude possédait certaines similarités avec les études présentées ci-dessus. En étant axée sur la pratique réflexive, nous espérons observer une amélioration de la régulation des apprentissages dans notre cohorte de lycéens. La métacognition semble au cœur de l'efficacité des programmes d'intervention en plus de l'investissement et du bien-être ressenti au cours de ces interventions. Une alliance entre ces différents aspects devrait être recherchée pour améliorer nos interventions qui devront être proposées à un âge plus précoce.

3. Limites de notre recherche

Nous pouvons évoquer certaines limites méthodologiques de notre recherche, en plus de celles évoquées dans les trois études. La principale limite prend sa source dans les outils utilisés lors de nos études pour mesurer les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé.

Les tests neuropsychologiques et échelles utilisés dans nos trois études sont des mesures *off-line* souvent critiquées pour leur faible valeur écologique. Bien que les échelles présentent certains avantages en terme de facilité d'utilisation, elles sont sensibles à certains biais comme une sur- ou une sous-estimation de ses capacités par l'individu, ainsi qu'un biais de désirabilité sociale (Vandeveldt et al., 2013). En effet, de faibles corrélations sont souvent observées entre les réponses aux échelles et le comportement observé en situation réelle (Vandeveldt et al., 2013). Nous avons donc principalement évalué la perception des apprenants plus que leurs réelles capacités de régulation des apprentissages.

En outre, les tests neuropsychologiques utilisés dans nos études ne sont pas des mesures écologiques en partie car elles évaluent le fonctionnement exécutif dans un contexte froid selon la terminologie de Zelazo et Carlson (2012). Les tests utilisés n'impliquent pas de récompenses ou de dimensions affectives et motivationnelles particulières. Or, dans une situation réelle d'apprentissage, l'apprenant doit réguler ses processus cognitifs mais également ses processus émotionnels et motivationnels.

D'autre part, l'intervention sur l'apprentissage autorégulé n'a pas rempli nos espérances auprès des lycéens mais gagnerait à être améliorée puis proposée à une population plus jeune qui bénéficiera davantage de ses bienfaits.

L'ensemble des études présentées dans cette discussion évoquent la régulation émotionnelle comme un élément clé de la régulation des apprentissages, du comportement et de l'efficacité des interventions. Les futures recherches dans notre domaine devront mieux prendre en considération la régulation émotionnelle.

Pour terminer, nous n'avons pas pu, dans le cadre de ce travail, intégrer un échantillon d'une population clinique présentant des difficultés caractéristiques d'organisation et de régulation lors des apprentissages tels que des enfants souffrant d'un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité. Il pourrait être intéressant d'évaluer les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé dans cette population afin de développer nos connaissances sur le développement de stratégies de compensation.

Conclusion

En situation d'apprentissage, et particulièrement dans un environnement scolaire, l'apprenant doit apprendre très tôt à gérer un vaste ensemble de processus cognitifs, et motivationnels afin de s'adapter aux différents contextes rencontrés. Les fonctions exécutives, la métacognition, et la motivation jouent un rôle majeur dans cette adaptation et dans la régulation des apprentissages. Bien que ces processus évoluent au cours du développement, et soient mis en avant pour expliquer les différences interindividuelles rencontrées, très peu d'études ont exploré les interactions entre ces processus, et encore moins au cours du développement.

Malgré l'ensemble des limites évoquées précédemment, ce travail exploratoire nous a permis d'avoir une meilleure représentation de la régulation des apprentissages chez l'enfant ainsi que de mieux comprendre les relations entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives au cours du développement.

Une échelle d'apprentissage autorégulé a été créée et adaptée aux élèves de CM1 et CM2. Elle pourra être utilisée comme support pour évaluer ou accompagner le développement de la régulation des apprentissages auprès de cette tranche d'âge.

Les résultats de nos deux dernières études sur les relations entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé démontrent une évolution non linéaire de ces relations au cours du développement. Chez l'enfant, le développement et la mise en place d'un apprentissage autorégulé dépendraient, en partie, de l'efficacité de leurs processus exécutifs et métacognitifs. Chez l'adolescent, les relations entre la régulation des apprentissages et les fonctions exécutives sont moins nettes. Elles devront être confirmées et approfondies lors de prochaines recherches. En particulier, l'influence de la régulation émotionnelle sur ces relations devra être explorée dans des situations réelles d'apprentissage.

Nous avons également pu proposer et évaluer une intervention visant l'amélioration des capacités de régulation des apprentissages auprès de lycéens. De nouveau, les résultats obtenus ne nous permettent pas d'affirmer que l'intervention, telle que nous l'avons proposée, soit bénéfique. Néanmoins, nous pouvons suggérer des pistes d'amélioration pour de futurs travaux de recherche. Par exemple, l'âge et le niveau scolaire des participants au moment de l'intervention gagnerait à être abaissé à une période où les jeunes présentent un niveau d'intérêt pour les apprentissages plus élevés et n'ayant pas des croyances métacognitives et motivationnelles trop ancrées. Par ailleurs, l'intervention pourrait s'établir dans la durée de

l'année scolaire afin que son contenu soit au plus proche des besoins des apprenants et qu'ils aient le temps d'expérimenter et de consolider les notions et stratégies apprises au cours de l'intervention.

Pour terminer, il serait intéressant d'évaluer les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé dans le cadre d'un dysfonctionnement exécutif important comme rencontré dans le trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité. Ces recherches développeraient nos connaissances sur la mise en place de stratégies de compensation.

Références

- Albaret, J.-M., & Migliore, L. (1999). *Test de Stroop*. Paris, France: ECPA, les éditions du centre de psychologie appliquée.
- Allain, P., & Legall, D. (2008). Chapitre 1 : approche théorique des fonctions exécutives. Dans O. Godefroy & membres du GREFEX (dir.), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : évaluation en pratique clinique*. Marseille, France : Solal.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A.-M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85-106. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.10.002>
- Anderson, P. (2002). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78(2), 181-203. <https://doi.org/10.1348/000709907X209854>
- Andres, P., & Van Der Linden, M. (2004). Les capacités d'inhibition : une fonction « frontale » ? *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 54(2), 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2003.12.001>
- Armstrong, R. A. (2014). When to use the Bonferroni correction. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 34(5), 502-508. <https://doi.org/10.1111/opo.12131>
- Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs, disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux: ESF éditeur.

- Bacro, F., Guimard, P., Florin, A., Ferrière, S., & Gaudonville, T. (2017). Bien-être perçu, performances scolaires et qualité de vie des enfants à l'école et au collège : étude longitudinale. *Enfance*, 2017(01), 61-80. <https://doi.org/10.4074/S0013754517001057>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bailey, C. E. (2007). Cognitive Accuracy and Intelligent Executive Function in the Brain and in Business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118(1), 122-141. <https://doi.org/10.1196/annals.1412.011>
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (1996). Multifaceted impact of self-efficacy beliefs on academic functioning. *Child development*, 67(3), 1206–1222. <https://doi.org/10.2307/1131888>
- Bandura, A., & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(5), 1017-1028. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.5.1017>
- Bandura, A., & Schunk, D. H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of personality and social psychology*, 41(3), 586. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.3.586>
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self-regulation: An evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology review*, 11(1), 1–29. <https://doi.org/10.1023/a:1009085417776>
- Barkley, R. A., Fischer, M., Smallish, L., & Fletcher, K. (2006). Young Adult Outcome of Hyperactive Children: Adaptive Functioning in Major Life Activities. *Journal of the*

- American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 45(2), 192-202.
<https://doi.org/10.1097/01.chi.0000189134.97436.e2>
- Baumeister, R. F. (2014). Self-regulation, ego depletion, and inhibition. *Neuropsychologia*, 65, 313-319. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.012>
- Bembenutty, H. (2011). The last word: An interview with Harris Cooper-Research, policies, tips, and current perspectives on homework. *Journal of Advanced Academics*, 22(2), 340–350. <https://doi.org/10.1177/1932202X1102200207>
- Bembenutty, H., & Zimmerman, B. J. (2003). *The Relation of Motivational Beliefs and Self-Regulatory Processes to Homework Completion and Academic Achievement*. Repéré à <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED477449.pdf>
- Bentler, P. M. (1992). On the fit of models to covariances and methodology to the Bulletin. *Psychological Bulletin*, 112(3), 400-404. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.3.400>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Blair, C. (2013). Les fonctions exécutives à l'école. Dans J. Morton (Éd.), *Fonctions exécutives* (p.44–48). Repéré à <http://www.enfant-encyclopedie.com/sites/default/files/dossiers-complets/fr/fonctions-executives.pdf>
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*, 20(3), 899-911. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000436>
- Boduroglu, A., Tekcan, A. İ., & Kapucu, A. (2014). The relationship between executive functions, episodic feeling-of-knowing and confidence judgements. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 333-345. <https://doi.org/10.1080/20445911.2014.891596>

- Boekaerts, M. (2011). Emotions, emotion regulation, and self-regulation of learning. Dans B.J. Zimmerman et D.H. Schunk (Dir.), *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (p. 408–425). New York, NY, US: Routledge.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction*, 7(2), 161-186. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(96\)00015-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(96)00015-1)
- Boekaerts, M., & Cascallar, E. (2006). How Far Have We Moved Toward the Integration of Theory and Practice in Self-Regulation? *Educational Psychology Review*, 18(3), 199-210. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9013-4>
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The Specific Role of Inhibition in Reading Comprehension in Good and Poor Comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 541-552. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Bouffard, T., Boileau, L., & Vezeau, C. (2001). Students' transition from elementary to high school and changes of the relationship between motivation and academic performance. *European Journal of Psychology of Education*, 16(4), 589-604. <https://doi.org/10.1007/BF03173199>
- Bouffard-Bouchard, T., & Gagné-Dupuis, N. (1994). Pratiques parentales et développement métacognitif chez l'enfant d'âge préscolaire. *Enfance*, 47(1), 33-50. <https://doi.org/10.3406/enfan.1994.2083>
- Boulc'h, L., Gaux, C., & Boujon, C. (2007). Implication des fonctions exécutives dans le décodage en lecture: étude comparative entre normolecteurs et faibles lecteurs de CE2. *Psychologie Française*, 52(1), 71-87. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2006.11.001>
- Brickenkamp, R., Schmidt-Atzert, L., & Liepmann, D. (2015). *d2-R: test d'attention concentrée*. Paris, France : Hogrefe.

- Brissart, H., Morèle, E., Daniel, F., & Leroy, M. (2010). *Prise en charge cognitive des fonctions exécutives*. Marseille: Solal.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive Functions in Children Aged 6 to 13: A Dimensional and Developmental Study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3
- Brodeur, M., Mercier, J., Dussault, M., Deaudelin, C., & Richer, J. (2006). Élaboration et validation d'une échelle d'autorégulation de l'apprentissage relative à l'intégration pédagogique des TIC (AREGA-TIC). *Canadian Journal of Behavioural Science*, 38(3), 238-249. <https://doi.org/10.1037/cjbs2006011>
- Brown, R. D. (1978). How evaluation can make a difference. *New Directions for Student Services*, 1978(1), 57-75. <https://doi.org/10.1002/ss.37119780106>
- Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Immature Frontal Lobe Contributions to Cognitive Control in Children: Evidence from fMRI. *Neuron*, 33(2), 301-311. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00583-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00583-9)
- Burrage, M. S., Ponitz, C. C., McCready, E. A., Shah, P., Sims, B. C., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2008). Age- and Schooling-Related Effects on Executive Functions in Young Children: A Natural Experiment. *Child Neuropsychology*, 14(6), 510-524. <https://doi.org/10.1080/09297040701756917>
- Cabin, R. J., & Mitchell, R. J. (2000). To Bonferroni or not to Bonferroni: when and how are the questions. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 81(3), 246-248. <https://doi.org/10.2307/20168454>
- Capodieci, A., Re, A. M., Fracca, A., Borella, E., & Carretti, B. (2019). The efficacy of a training that combines activities on working memory and metacognition: Transfer and maintenance effects in children with ADHD and typical development. *Journal of*

- Clinical and Experimental Neuropsychology*, 41(10), 1074-1087. <https://doi.org/10.1080/13803395.2019.1651827>
- Casey, B. J. (2015). Beyond Simple Models of Self-Control to Circuit-Based Accounts of Adolescent Behavior. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 295-319. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015156>
- Casey, B. J., & Caudle, K. (2013). The Teenage Brain: Self Control. *Current Directions in Psychological Science*, 22(2), 82-87. <https://doi.org/10.1177/0963721413480170>
- Casey, B. J., Giedd, J. N., & Thomas, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, 54(1), 241-257. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(00\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(00)00058-2)
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Hare, T. A. (2008). The Adolescent Brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 111-126. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.010>
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Somerville, L. H. (2011). Braking and Accelerating of the Adolescent Brain. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 21-33. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00712.x>
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(3), 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.011>
- Chelune, G. J., & Baer, R. A. (1986). Developmental norms for the wisconsin card sorting test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(3), 219-228. <https://doi.org/10.1080/01688638608401314>
- Chung, M.-K. (2001). Development of Self-Regulated Learning. *Gifted and Talented International*, 16(1), 27-39. <https://doi.org/10.1080/15332276.2001.11672950>
- Cirino, P. T., Miciak, J., Gerst, E., Barnes, M. A., Vaughn, S., Child, A., & Huston-Warren, E. (2017). Executive Function, Self-Regulated Learning, and Reading

- Comprehension: A Training Study. *Journal of learning disabilities*, 50(4), 450-467.
<https://doi.org/10.1177/0022219415618497>
- Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2001). Self-Regulation Differences during Athletic Practice by Experts, Non-Experts, and Novices. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(2), 185-206. <https://doi.org/10.1080/104132001753149883>
- Cleary, T. J., Zimmerman, B. J., & Keating, T. (2006). Training Physical Education Students to Self-Regulate During Basketball Free Throw Practice. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(2), 251-262. <https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599358>
- Clerc, J. (2013). Les déficiences d'utilisation stratégique chez l'enfant à la lumière de l'autorégulation : étape développementale ou caractéristique différentielle ? *L'Année psychologique*, 113 (2), 287-318. <https://doi.org/10.4074/S0003503313002078>
- Clerc, J., Miller, P. H., & Cosnefroy, L. (2014). Young children's transfer of strategies: Utilization deficiencies, executive function, and metacognition. *Developmental Review*, 34(4), 378-393. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.10.002>
- Clerc, J., Rémy, L., & Leclercq, M. (2017). Quand le transfert d'une stratégie cognitive devient efficace : une étude longitudinale entre 4 et 5 ans. *Enfance*, 2(2), 217-237.
<https://doi.org/10.4074/S001375451700204X>
- Collette, F. (2004). Chapitre 2 : Exploration des fonctions exécutives par imagerie cérébrale. Dans T. Meulemans, F. Collette, et M. Van der Linden (dir.), *Neuropsychologie des fonctions exécutives* (p. 25-51). Marseille: Solal.
- Corno, L. (2004). Introduction to the Special Issue Work Habits and Work Styles: Volition in Education. *Teachers College Records*, 106(9), 1669-1694. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2004.00400.x>

- Corno, L., & Kanfer, R. (1993). Chapter 7: The Role of Volition in Learning and Performance. *Review of Research in Education*, 19(1), 301-341. <https://doi.org/10.3102/0091732X019001301>
- Cosnefroy, L. (2010). Se mettre au travail et y rester : les tourments de l'autorégulation. *Revue française de pédagogie*, (170), 5-15. <https://doi.org/10.4000/rfp.1388>
- Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé, entre cognition et motivation*. Grenoble, France : Presses Universitaires de Grenoble.
- Cosnefroy, L., Fenouillet, F., Maze, C., & Bonnefoy, B. (2018). On the relationship between the forethought phase of self-regulated learning and self-regulation failure. *Issues in Educational Research*, 28(2), 329. <http://www.iier.org.au/iier28/cosnefroy.pdf>
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7), 1-9. Repéré à [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=5548](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=5548)
- 59
- Crocetti, E., Klimstra, T., Keijsers, L., Hale, W. W., & Meeus, W. (2009). Anxiety Trajectories and Identity Development in Adolescence: A Five-wave Longitudinal Study. *Journal of Youth and Adolescence*, 38(6), 839-849. <https://doi.org/10.1007/s10964-008-9302-y>
- Darnon, B., & Butera, F. (2005). Buts d'accomplissement, stratégies d'étude, et motivation intrinsèque : présentation d'un domaine de recherche et validation française de l'échelle d'Elliot et McGregor (2001). *L'Année psychologique*, 105(1), 105-131. <https://doi.org/10.3406/psy.2005.3821>
- de Bruin, A. B. H., Thiede, K. W., Camp, G., & Redford, J. (2011). Generating keywords improves metacomprehension and self-regulation in elementary and middle school

- children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(3), 294-310. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.02.005>
- De Luca, C. R., & Leventer, R. J. (2008). Chapter 2: Developmental trajectories of executive functions across the lifespan. Dans V. Anderson, R. Jacobs, et P.J. Anderson (dir.), *Executive functions and the frontal lobes*. New York, NY, US: Taylor & Francis.
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J.-A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative Data From the Cantab. I: Development of Executive Function Over the Lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(2), 242-254. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639>
- Delis, D. C., Freeland, J., Kramer, J. H., & Kaplan, E. (1988). Integrating clinical assessment with cognitive neuroscience: Construct validation of the California Verbal Learning Test. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(1), 123-130. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.56.1.123>
- Dembo, M. H., & Eaton, M. J. (2000). Self-Regulation of Academic Learning in Middle-Level Schools. *Elementary School Journal*, 100(5), 473-490. Repéré à <https://eric.ed.gov/?id=EJ610302>
- Demetriou, A., & Bakracevic, K. (2009). Reasoning and self-awareness from adolescence to middle age: Organization and development as a function of education. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 181-194. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.007>
- Denson, T. F., Pedersen, W. C., Friese, M., Hahm, A., & Roberts, L. (2011). Understanding Impulsive Aggression: Angry Rumination and Reduced Self-Control Capacity Are Mechanisms Underlying the Provocation-Aggression Relationship. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(6), 850-862. <https://doi.org/10.1177/0146167211401420>

- Destan, N., Hembacher, E., Ghetti, S., & Roebbers, C. M. (2014). Early metacognitive abilities: The interplay of monitoring and control processes in 5- to 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *126*, 213-228. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.04.001>
- Destan, N., & Roebbers, C. M. (2015). What are the metacognitive costs of young children's overconfidence? *Metacognition and Learning*, *10*(3), 347-374. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9133-z>
- Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*, *21*(5), 335-341. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, *38*(3), 352-362. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.38.3.352>
- DiBenedetto, M. K., & Zimmerman, B. J. (2010). Differences in Self-Regulatory Processes among Students Studying Science: A Microanalytic Investigation. *The International Journal of Educational and Psychological Assessment*, *5*, 2-24. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/284604049_Differences_in_self-regulatory_processes_among_students_studying_science_A_microanalytic_investigation
- Doly, A.-M. (1997). Chapitre 1: Métacognition et médiation à l'école. Dans M. Grangeat et P. Meirieu (dir.), *La métacognition, une aide au travail des élèves*. Paris, France : ESF éditeur.
- Droppert, K., Downey, L., Lomas, J., Bunnett, E. R., Simmons, N., Wheaton, A., ... Stough, C. (2019). Differentiating the contributions of emotional intelligence and resilience on adolescent male scholastic performance. *Personality and Individual Differences*, *145*, 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.023>

- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95(2), 256-273. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Eakin, L., Minde, K., Hechtman, L., Ochs, E., Krane, E., Bouffard, R., ...Looper, K. (2004). The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *Journal of Attention Disorders*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.1177/108705470400800101>
- Eccles, J. S. (2005). Subjective Task Value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. Dans A.J. Elliot et C.S. Dweck (dir.), *Handbook of competence and motivation* (p. 105-121). New York, NY, US: Guilford Publications.
- Effeney, G., Carroll, A., & Bahr, N. (2013). Self-Regulated Learning and Executive Function: Exploring the Relationships in a sample of Adolescent Males. *Educational Psychology*, 33(7), 773-796. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785054>
- Efklides, A. (2002). Feelings and judgments as subjective evaluations of cognitive processing: How reliable are they? *Psychology*, 9, 163-184. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/232558897_Feelings_as_subjective_evaluations_of_cognitive_processing_How_reliable_are_they
- Efklides, A. (2011). Interactions of Metacognition With Motivation and Affect in Self-Regulated Learning: The MASRL Model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6-25. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1996). Approach and avoidance achievement goals and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(3), 461-475. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.70.3.461>
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2 × 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.3.501>

- Emslie, H., Wilson, F. C., Burden, V., Nimmo-Smith, I., & Wilson, B. A. (2003). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in Children (BADS-C)*. London, UK: Pearson.
- Entwistle, N., & McCune, V. (2004). The Conceptual Bases of Study Strategy Inventories. *Educational Psychology Review*, *16*(4), 325-345. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0003-0>
- Eslinger, P. J., & Grattan, L. M. (1993). Frontal lobe and frontal-striatal substrates for different forms of human cognitive flexibility. *Neuropsychologia*, *31*(1), 17-28. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(93\)90077-D](https://doi.org/10.1016/0028-3932(93)90077-D)
- Espy, K. A. (2004). Using Developmental, Cognitive, and Neuroscience Approaches to Understand Executive Control in Young Children. *Developmental Neuropsychology*, *26*(1), 379-384. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_1
- Feather, N. T. (1992). Values, Valences, Expectations, and Actions. *Journal of Social Issues*, *48*(2), 109-124. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1992.tb00887.x>
- Fenouillet, F. (2012). *Les théories de la motivation*. Paris: Dunod.
- Fenouillet, F., Chainon, D., Yennek, N., Masson, J., & Heutte, J. (2017). Relation entre l'intérêt et le bien-être au collège et au lycée. *Enfance*, *2017*(01), 81-103. <https://doi.org/10.4074/S0013754517001069>
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS: and sex, drugs and rock « n » roll* (3rd ed). Los Angeles, US: SAGE Publications.
- Filevich, E., Kühn, S., & Haggard, P. (2012). Intentional inhibition in human action: The power of 'no'. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(4), 1107-1118. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.01.006>
- Fishburn, F. A., Hlutkowsky, C. O., Bemis, L. M., Huppert, T. J., Wakschlag, L. S., & Perlman, S. B. (2019). Irritability uniquely predicts prefrontal cortex activation during

- preschool inhibitory control among all temperament domains: A LASSO approach. *NeuroImage*, *184*, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.09.023>
- Fivush, R., & Nelson, K. (2004). Culture and Language in the Emergence of Autobiographical Memory. *Psychological Science*, *15*(9), 573-577. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00722.x>
- Fleming, S., & Dolan, R. J. (2012). The neural basis of metacognitive ability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*(1594), 1338-1349. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0417>
- Follmer, D. J., & Sperling, R. A. (2016). The mediating role of metacognition in the relationship between executive function and self-regulated learning. *British Journal of Educational Psychology*, 1-17. <https://doi.org/10.1111/bjep.12123>
- Fournet, N., Roulin, J.-L., Monnier, C., Atzeni, T., Cosnefroy, O., Le Gall, D., & Roy, A. (2015). Multigroup confirmatory factor analysis and structural invariance with age of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)—French version. *Child Neuropsychology*, *21*(3), 379-398. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.906569>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The reading span test and its predictive power for reading comprehension ability. *Journal of Memory and Language*, *51*(1), 136-158. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.03.008>
- Fuhs, M. W., Farran, D. C., & Nesbitt, K. T. (2015). Prekindergarten children's executive functioning skills and achievement gains: The utility of direct assessments and teacher ratings. *Journal of Educational Psychology*, *107*(1), 207-221. <https://doi.org/10.1037/a0037366>
- Galvan, A., Hare, T. A., Parra, C. E., Penn, J., Voss, H., Glover, G., & Casey, B. J. (2006). Earlier development of the accumbens relative to orbitofrontal cortex might underlie

- risk-taking behavior in adolescents. *Journal of Neuroscience*, 26(25), 6885-6892.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1062-06.2006>
- Garner, J. K. (2009). Conceptualizing the Relations Between Executive Functions and Self-Regulated Learning. *The Journal of Psychology*, 143(4), 405-426. <https://doi.org/10.3200/JRLP.143.4.405-426>
- Gascoine, L., Higgins, S., & Wall, K. (2017). The assessment of metacognition in children aged 4–16 years: a systematic review. *Review of Education*, 5(1), 3–57.
<https://doi.org/10.1002/rev3.3077>
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 312–7 years old on a stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129–153. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-x](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-x)
- Gil, R. (2010). *Neuropsychologie* (5ème édition). Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.
- Godefroy, O., Cabaret, M., Petit-Chenal, V., Pruvo, J.-P., & Rousseaux, M. (1999). Control functions of the frontal lobes. Modularity of the central-supervisory system? *Cortex*, 35(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70782-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70782-2)
- Grammer, J., Coffman, J. L., & Ornstein, P. (2013). The Effect of Teachers' Memory-Relevant Language on Children's Strategy Use and Knowledge. *Child Development*, 84(6), 1989-2002. <https://doi.org/10.1111/cdev.12100>
- Guay, F., Chanal, J., Ratelle, C. F., Marsh, H. W., Larose, S., & Boivin, M. (2010). Intrinsic, identified, and controlled types of motivation for school subjects in young elementary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 80(4), 711-735.
<https://doi.org/10.1348/000709910X499084>

- Guimard, P., Hubert, B., Crusson-Pondeville, S., & Nocus, I. (2012). Autorégulation comportementale et apprentissages scolaires à l'école maternelle. *Psychologie Française*, 57(3), 143-159. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.07.001>
- Gumora, G., & Arsenio, W. F. (2002). Emotionality, Emotion Regulation, and School Performance in Middle School Children. *Journal of School Psychology*, 40(5), 395-413. [https://doi.org/10.1016/S0022-4405\(02\)00108-5](https://doi.org/10.1016/S0022-4405(02)00108-5)
- Hadwin, A. F., Oshige, M., Gress, C. L. Z., & Winne, P. H. (2010). Innovative ways for using gStudy to orchestrate and research social aspects of self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 794-805. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.06.007>
- Hajduk, M., Krajcovicova, D., Zimanyiova, M., Korinkova, V., Heretik, A., & Pecenak, J. (2018). Theory of mind - not emotion recognition - mediates the relationship between executive functions and social functioning in patients with schizophrenia. *Psychiatria Danubina*, 30(3), 292-298. <https://doi.org/10.24869/psyd.2018.292>
- Harris, M. A., Donnellan, M. B., & Trzesniewski, K. H. (2018). The Lifespan Self-Esteem Scale: Initial Validation of a New Measure of Global Self-Esteem. *Journal of Personality Assessment*, 100(1), 84-95. <https://doi.org/10.1080/00223891.2016.1278380>
- Heckhausen, H. (1977). Achievement motivation and its constructs: A cognitive model. *Motivation and Emotion*, 1(4), 283-329. <https://doi.org/10.1007/BF00992538>
- Heyne, D., King, N., Tonge, B., Rollings, S., Pritchard, M., Young, D., & Myerson, N. (1998). The Self-efficacy Questionnaire for School Situations: Development and Psychometric Evaluation. *Behaviour Change*, 15(1), 31-40. <https://doi.org/10.1017/S081348390000588X>
- Hidi, S. (1990). Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571. <https://doi.org/10.3102/00346543060004549>

- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(3), 174-180. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Houdé, O. (2014). *Apprendre à résister*. Paris, France : Le Pommier.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hue, S., Rouse, J., Bon, M. L., & Strayer, F. F. (2009). Autoévaluation des compétences personnelles et l'image de soi de l'enfant en milieu scolaire. *Bulletin de psychologie, 1*(1), 3-14.
- Jinks, J., & Morgan, V. (1999). Children's Perceived Academic Self-Efficacy: An Inventory Scale. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 72*(4), 224-230. <https://doi.org/10.1080/00098659909599398>
- Kanfer, F. H., & Karoly, P. (1972). Self-control: A behavioristic excursion into the lion's den. *Behavior Therapy, 3*(3), 398-416. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(72\)80140-0](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(72)80140-0)
- Kaplan, J. (2009). *L'autodirection dans les apprentissages coopératifs-Le cas des Cercles d'Étude* (Thèse de doctorat, Université Paris Nanterre, France). Repéré à <https://bdr.parisnanterre.fr/theses/internet/2009PA100173.pdf>
- Kaplan, J., de Montalembert, M., Laurent, P., & Fenouillet, F. (2017). ERICA– an instrument to measure individual and collective regulation of learning. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology, 67*(2), 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2017.01.001>

- Karabenick, S. A., Woolley, M. E., Friedel, J. M., Ammon, B. V., Blazeovski, J., Bonney, C. R., ... Kelly, K. L. (2007). Cognitive Processing of Self-Report Items in Educational Research: Do They Think What We Mean? *Educational Psychologist*, *42*(3), 139-151. <https://doi.org/10.1080/00461520701416231>
- Kaufman, A., & Kaufman, N. L. (2004). *Kaufman Assessment Battery for Children* (Second Edition). Circle Pines, MN, US : American Guidance Service.
- Kazdin, A. E. (1989). Identifying depression in children: A comparison of alternative selection criteria. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *17*(4), 437-454. <https://doi.org/10.1007/BF00915037>
- Kim, S., Paulus, M., Sodian, B., & Proust, J. (2016). Young Children's Sensitivity to Their Own Ignorance in Informing Others. *PLoS ONE*, *11*(3), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152595>
- Kitsantas, A., & Zimmerman, B. J. (2002). Comparing Self-Regulatory Processes Among Novice, Non-Expert, and Expert Volleyball Players: A Microanalytic Study. *Journal of Applied Sport Psychology*, *14*(2), 91-105. <https://doi.org/10.1080/10413200252907761>
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed). New York: Guilford Press.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, *15*(5), 381-395. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.007>
- Krebs, S. S., & Roebbers, C. M. (2010). Children's strategic regulation, metacognitive monitoring, and control processes during test taking. *British Journal of Educational Psychology*, *80*(3), 325-340. <https://doi.org/10.1348/000709910X485719>

- Langdon, J., Botnaru, D. T., Wittenberg, M., Riggs, A. J., Mutchler, J., Syno, M., & Caciula, M. C. (2019). Examining the effects of different teaching strategies on metacognition and academic performance. *Advances in Physiology Education*, 43(3), 414-422. <https://doi.org/10.1152/advan.00013.2018>
- Laurent, P., Fenouillet, F., Kaplan, J., Pinabiaux, C., & de Montalembert, M. (en préparation). I am not cognitively flexible, but I am learning despite this – about the interplay between executive functions and self-regulated learning.
- Laurent, P., Pinabiaux, C., Lorant, S., Masson, J., & Fenouillet, F. (en préparation). L'apprentissage autorégulé chez l'enfant : développement et validation de l'Inventaire d'Autorégulation des Apprentissages par l'Enfant [IAAE].
- Legault, L., & Inzlicht, M. (2013). Self-determination, self-regulation, and the brain: Autonomy improves performance by enhancing neuroaffective responsiveness to self-regulation failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 105(1), 123-138. <https://doi.org/10.1037/a0030426>
- Letcher, P., Sanson, A., Smart, D., & Toumbourou, J. W. (2012). Precursors and Correlates of Anxiety Trajectories From Late Childhood to Late Adolescence. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 41(4), 417-432. <https://doi.org/10.1080/15374416.2012.680189>
- Lipowski, S. L., Merriman, W. E., & Dunlosky, J. (2013). Preschoolers can make highly accurate judgments of learning. *Developmental Psychology*, 49(8), 1505-1516. <https://doi.org/10.1037/a0030614>
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717. <https://doi.org/10.1037//0003-066X.57.9.705>

- Lockl, K., & Schneider, W. (2002). Developmental trends in children's feeling-of-knowing judgements. *International Journal of Behavioral Development*, 26(4), 327-333. <https://doi.org/10.1080/01650250143000210>
- Lockl, K., & Schneider, W. (2006). Precursors of metamemory in young children: the role of theory of mind and metacognitive vocabulary. *Metacognition and Learning*, 1(1), 15-31. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6585-9>
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36(3), 273-293. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00109-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7)
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of Cognitive Processes From Late Childhood to Adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357-1372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Luna, B., & Sweeney, J. A. (2004). The Emergence of Collaborative Brain Function: fMRI Studies of the Development of Response Inhibition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 296-309. <https://doi.org/10.1196/annals.1308.035>
- Lussier, F. (1996). *Version française du CVLT pour enfant*. Hôpital Sainte-Justine, Montréal.
- Lyons, K. E., & Ghetti, S. (2013). I Don't Want to Pick! Introspection on Uncertainty Supports Early Strategic Behavior. *Child Development*, 84(2), 726-736. <https://doi.org/10.1111/cdev.12004>
- Majerus, S. (2013). Language repetition and short-term memory : an integrative framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(357). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00357>
- Marsh, H. W., Parker, J., & Barnes, J. (1985). Multidimensional Adolescent Self-Concepts: Their Relationship to Age, Sex, and Academic Measures. *American Educational Research Journal*, 22(3), 422-444. <https://doi.org/10.3102/00028312022003422>

- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning: I—Outcome and process. *British journal of educational psychology*, 46(1), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>
- Masson, J., & Fenouillet, F. (2013). Relation entre sentiment d'efficacité personnelle et résultats scolaires à l'école primaire : construction et validation d'une échelle. *Enfance*, (4), 373-392. <https://doi-org.faraway.parisnanterre.fr/10.4074/S0013754513004047>
- Mayer, J. D., Salovey, P., & Caruso, D. R. (2004). Emotional Intelligence: Theory, Findings, and Implications. *Psychological Inquiry*, 15(3), 197-215. https://doi.org/10.1207/s15327965pli1503_02
- Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages*. Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43(4), 947-959. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.947>
- Metcalf, J., & Mischel, W. (1999). A hot/cool-system analysis of delay of gratification: Dynamics of willpower. *Psychological Review*, 106(1), 3-19. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.1.3>
- Meulemans, T. (2008). Chapitre 8 : L'évaluation des fonctions exécutives. Dans O. Godefroy et membres du GREFEX (dir.), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : évaluation en pratique clinique* (p. 179-216). Marseille, France : Solal.

- Midgley, C., Maehr, M. L., Hruda, L. Z., Anderman, E., Anderman, L., Freeman, K. E., & Urdan, T. (2000). Manual for the patterns of adaptive learning scales. *Ann Arbor: University of Michigan*.
- Mischel, W., Ayduk, O., Berman, M. G., Casey, B. J., Gotlib, I. H., Jonides, J., ... Shoda, Y. (2011). 'Willpower' over the life span: decomposing self-regulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(2), 252-256. <https://doi.org/10.1093/scan/nsq081>
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. I. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933-938. <https://doi.org/10.1126/science.2658056>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex « Frontal Lobe » Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Nader-Grobois, N. (2007). *Régulation, autorégulation, dysrégulation : Pistes pour l'intervention et la recherche* . Wavre, Belgique: Mardaga.
- Nader-Grosbois, N., Normandeau, S., Ricard-Cossette, M., & Quintal, G. (2008). Mother's, father's regulation and child's self-regulation in a computer-mediated learning situation. *European Journal of Psychology of Education - EJPE*, 23(1), 95-115. <https://doi.org/10.1007/BF03173142>
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *Psychology of learning and motivation*, 26, 125–173. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60053-5)
- Newman, R. S. (1990). Children's help-seeking in the classroom: The role of motivational factors and attitudes. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 71-80. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.71>

- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, *91*(3), 328-346. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.328>
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*(2), 220-246. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.126.2.220>
- Noble, W. S. (2009). How does multiple testing correction work? *Nature biotechnology*, *27*(12), 1135. <https://doi.org/10.1038/nbt1209-1135>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. Dans R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (dir.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, p. 1-18). New York, NY, US: Plenum.
- Nyberg, L., Brocki, K., Tillman, C., & Bohlin, G. (2009). The proposed interaction between working memory and inhibition. *European Journal of Cognitive Psychology*, *21*(1), 84-111. <https://doi.org/10.1080/09541440701862133>
- O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *32*(3), 396-402. <https://doi.org/10.3758/BF03200807>
- Pajares, F., & Johnson, M. J. (1996). Self-efficacy beliefs and the writing performance of entering high school students. *Psychology in the Schools*, *33*(2), 163-175. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6807\(199604\)33:2<163::AID-PITS10>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6807(199604)33:2<163::AID-PITS10>3.0.CO;2-C)
- Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>

- Panadero, E., & Järvelä, S. (2015). Socially Shared Regulation of Learning: A Review. *European Psychologist, 20*(3), 190-203. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000226>
- Paris, S. G., & Newman, R. S. (1990). Development Aspects of Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist, 25*(1), 87-102. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_7
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2009). Achievement goals and achievement emotions: Testing a model of their joint relations with academic performance. *Journal of Educational Psychology, 101*(1), 115-135. <https://doi.org/10.1037/a0013383>
- Pennequin, V., Sorel, O., Nanty, I., & Fontaine, R. (2010). Metacognition and low achievement in mathematics: The effect of training in the use of metacognitive skills to solve mathematical word problems. *Thinking & Reasoning, 16*(3), 198-220. <https://doi.org/10.1080/13546783.2010.509052>
- Perneger, T., V. (1998). What's wrong with Bonferroni adjustments? *British Medical Journal, 316*, 1236-1238. <https://doi.org/10.1136/bmj.316.7139.1236>
- Perrenoud, P. (2003). Qu'est-ce qu'apprendre? *Enfances Psy, no24*(4), 9-17. Repéré à https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2004/2004_08.pdf
- Perry, N. E. (1998). Young children's self-regulated learning and contexts that support it. *Journal of educational psychology, 90*(4), 715. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.4.715>
- Petersen, R., Lavelle, E., & Guarino, A. J. (2006). The relationship between college students' executive functioning and study strategies. *Journal of College Reading and Learning, 36*(2), 59–67. <https://doi.org/10.1080/10790195.2006.10850188>
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*(4), 667-686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>

- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational psychology review*, *16*(4), 385–407. <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R., & de Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & Mckeachie, W. J. (1993). Reliability and Predictive Validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Mslq). *Educational and Psychological Measurement*, *53*(3), 801-813. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- Poissant, H., & Joyal, C. C. (2008). Metacognition and executive processes in Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD). *Frontiers in Human Neuroscience*, *2*. <https://doi.org/10.3389/conf.neuro.09.2009.01.183>
- Poissant, H., Neault, I., Dallaire, S., Rouillard, M., Emond, V., Guay, M.-C., & Lageix, P. (2008). Développement de l'autorégulation et de l'inhibition chez des enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). *L'Encéphale*, *34*(2), 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2007.01.007>
- Puustinen, M., Kokkonen, M., Tolvanen, A., & Pulkkinen, L. (2004). Children's help seeking and impulsivity. *Learning and Individual Differences*, *14*(4), 231-246. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2004.04.001>
- Puustinen, M., Lyyra, A.-L., Metsäpelto, R.-L., & Pulkkinen, L. (2008). Children's help seeking: The role of parenting. *Learning and Instruction*, *18*(2), 160-171. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.02.001>

- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001). Models of Self-regulated Learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269-286. <https://doi.org/10.1080/00313830120074206>
- Puustinen, M., & Winnykamen, F. (1998). Influence du sentiment d'auto-efficacité dans la demande d'aide chez des enfants de 8 à 9 ans. *Enfance*, 51(2), 173-188. <https://doi.org/10.3406/enfan.1998.3105>
- Raaijmakers, S. F., Baars, M., Paas, F., van Merriënboer, J. J. G., & van Gog, T. (2018). Training self-assessment and task-selection skills to foster self-regulated learning: Do trained skills transfer across domains? *Applied Cognitive Psychology*, 32(2), 270-277. <https://doi.org/10.1002/acp.3392>
- Rapoport, J. L., Giedd, J. N., Blumenthal, J., Hamburger, S., Jeffries, N., Fernandez, T., & et al. (1999). Progressive cortical change during adolescence in childhood-onset schizophrenia. A longitudinal magnetic resonance imaging study. *Archives of General Psychiatry*, 56(7), 649-654. <https://doi.org/10.1001/archpsych.56.7.649>.
- Reynolds, C. R., & Richmond, B. O. (1999). *R-CMAS, Echelle Révisée d'Anxiété Manifeste pour Enfants*. Paris, France : Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Ridderinkhof, K. R., van den Wildenberg, W. P. M., Segalowitz, S. J., & Carter, C. S. (2004). Neurocognitive mechanisms of cognitive control: The role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain and Cognition*, 56(2), 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.09.016>
- Rinne, L. F., & Mazocco, M. M. M. (2014). Knowing right from wrong in mental arithmetic judgments: calibration of confidence predicts the development of accuracy. *PLoS ONE*, 9(7), e98663. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098663>

- Roderer, T., & Roebbers, C. M. (2014). Can you see me thinking (about my answers)? Using eye-tracking to illuminate developmental differences in monitoring and control skills and their relation to performance. *Metacognition and Learning*, 9(1), 1-23. <https://doi.org/10.1007/s11409-013-9109-4>
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31-51. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>
- Roebbers, C. M., Krebs, S. S., & Roderer, T. (2014). Metacognitive monitoring and control in elementary school children: Their interrelations and their role for test performance. *Learning and Individual Differences*, 29, 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.003>
- Roebbers, C. M., & Spiess, M. (2017). The Development of Metacognitive Monitoring and Control in Second Graders: A Short-Term Longitudinal Study. *Journal of Cognition & Development*, 18(1), 110-128. <https://doi.org/10.1080/15248372.2016.1157079>
- Rogan, C. (2010). Les fonctions exécutives. *Neurologie.com*, 2(7), 183-184. <https://doi.org/10.1684/nro.2010.0222>
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(2), 207-231. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207>
- Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of communities of learners. *Mind, Culture, and Activity*, 1(4), 209-229.
- Romainville, M. (1993). *Savoir parler de ses méthodes : métacognition et performance à l'université*. Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.
- Rommelse, N. N. J., Van der Stigchel, S., Witlox, J., Geldof, C., Deijen, J.-B., Theeuwes, J., ... Sergeant, J. A. (2008). Deficits in visuo-spatial working memory, inhibition and

- oculomotor control in boys with ADHD and their non-affected brothers. *Journal of Neural Transmission*, 115(2), 249-260. <https://doi.org/10.1007/s00702-007-0865-7>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Schel, M. A., Scheres, A., & Crone, E. A. (2014). New perspectives on self-control development: Highlighting the role of intentional inhibition. *Neuropsychologia*, 65, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.022>
- Schiefele, U. (1991). Interest, Learning, and Motivation. *Educational Psychologist*, 26(3/4), 299. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653136>
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational psychology review*, 13(1), 23–52.
- Schunk, D. H. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, 25(1), 71-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_6
- Schunk, D. H., & Hanson, A., R. (1985). Peer Models: Influence on Children's Self-Efficacy and Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 313–322. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.3.313>
- Schwartz, S. H. (1994). Are There Universal Aspects in the Structure and Contents of Human Values? *Journal of Social Issues*, 50(4), 19-45. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1994.tb01196.x>
- Senn, T. E., Espy, K. A., & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 445-464. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_5
- Smidts, D. P., Jacobs, R., & Anderson, V. (2004). The Object Classification Task for Children (OCTC): A Measure of Concept Generation and Mental Flexibility in Early

- Childhood. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 385-401. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_2
- Somerville, L. H., Hare, T., & Casey, B. J. (2011). Frontostriatal Maturation Predicts Cognitive Control Failure to Appetitive Cues in Adolescents. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2103-2114. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21572>
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner, K. D., & Toga, A. W. (2001). Mapping Continued Brain Growth and Gray Matter Density Reduction in Dorsal Frontal Cortex: Inverse Relationships during Postadolescent Brain Maturation. *The Journal of Neuroscience*, 21(22), 8819-8829. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-22-08819.2001>
- Sperling, R. A., Howard, B. C., Miller, L. A., & Murphy, C. (2002). Measures of Children's Knowledge and Regulation of Cognition. *Contemporary Educational Psychology*, 27(1), 51-79. <https://doi.org/10.1006/ceps.2001.1091>
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.005>
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed.). New York, NY, US: Oxford University Press.
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner Review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct?: Performance-based and rating measures of EF. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 131-143. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12001>

- Valiente, C., Swanson, J., & Eisenberg, N. (2012). Linking Students' Emotions and Academic Achievement: When and Why Emotions Matter. *Child Development Perspectives*, 6(2), 129-135. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00192.x>
- Van Den Bergh, B. H., & De Rycke, L. (2003). Measuring the Multidimensional Self-Concept and Global Self-Worth of 6- to 8-Year-Olds. *Journal of Genetic Psychology*, 164(2), 201. <https://doi.org/10.1080/00221320309597978>
- Vandevelde, S., Van Keer, H., & Merchie, E. (2016). The challenge of promoting self-regulated learning among primary school children with a low socioeconomic and immigrant background. *The Journal of Educational Research*, 110(2), 113-139. <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.999363>
- Vandevelde, S., Van Keer, H., & Rosseel, Y. (2013). Measuring the complexity of upper primary school children's self-regulated learning: A multi-component approach. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), 407-425. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.09.002>
- Vandevelde, S., Van Keer, H., Schellings, G., & Van Hout-Wolters, B. (2015). Using think-aloud protocol analysis to gain in-depth insights into upper primary school children's self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 43, 11-30. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.027>
- Vandevelde, S., Vandebussche, L., & Van Keer, H. (2012). Stimulating Self-Regulated Learning in Primary Education: Encouraging Versus Hampering Factors for Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1562-1571. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.099>
- Wang, L.-C., Tasi, H.-J., & Yang, H.-M. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1453-1461. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.019>

- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1990). What Influences Learning? A Content Analysis of Review Literature. *The Journal of Educational Research*, 84(1), 30-43. <https://doi.org/10.1080/00220671.1990.10885988>
- Weil, L. G., Fleming, S. M., Dumontheil, I., Kilford, E. J., Weil, R. S., Rees, G., ... Blakemore, S.-J. (2013). The development of metacognitive ability in adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.01.004>
- Welsh, M. C., & Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4(3), 199-230. <https://doi.org/10.1080/87565648809540405>
- Winne, P. H. (1996). A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and individual differences*, 8(4), 327-353. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(96\)90022-9](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(96)90022-9)
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale Development Research: A Content Analysis and Recommendations for Best Practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806-838. <https://doi.org/10.1177/0011000006288127>
- Yang, W., Ang, L. C., & Strong, M. J. (2005). Tau protein aggregation in the frontal and entorhinal cortices as a function of aging. *Developmental Brain Research*, 156(2), 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.devbrainres.2005.02.004>
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early Development of Executive Function: A Problem-Solving Framework. *Review of General Psychology*, 1(2), 198-226. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.2.198>
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>

- Zeigler, P. (2009). Les troubles de l'attention et des fonctions exécutives. Dans M. Poncelet, S. Majerus, & M. Van der Linden (dir.), *Traité de neuropsychologie de l'enfant* (p. 332-333). Marseille, France : Solal.
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, *11*(4), 307-313. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(86\)90027-5](https://doi.org/10.1016/0361-476X(86)90027-5)
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist*, *25*(1), 3-17. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-regulation involves more than metacognition: A social cognitive perspective. *Educational Psychologist*, *30*(4), 217-221. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3004_8
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, *41*(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of educational psychology*, *89*(1), 29-36. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.1.29>
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2005). Homework practices and academic achievement: The mediating role of self-efficacy and perceived responsibility beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, *30*(4), 397-417. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2005.05.003>

- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2007). Reliability and Validity of Self-Efficacy for Learning Form (SELF) Scores of College Students. *Zeitschrift Für Psychologie / Journal of Psychology*, 215(3), 157-163. <https://doi.org/10.1027/0044-3409.215.3.157>
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of educational Psychology*, 82(1), 51 –59. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.51>

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Exemples de verbalisations recueillies pour chaque catégorie de réponses.....</i>	<i>101</i>
<i>Tableau 2 : Résultat de l'analyse factorielle exploratoire</i>	<i>104</i>
<i>Tableau 3 : Matrice de corrélation des composantes</i>	<i>107</i>
<i>Tableau 4 : Synthèse des différences significatives entre les scores obtenus par les élèves de CM1 et CM2 sur les tests et échelles (Tableaux complets en Annexe 9: Tableau 20 à Tableau 27).....</i>	<i>128</i>
<i>Tableau 5 : Corrélations entre l'évaluation des parents et des enseignants à la BRIEF.</i>	<i>129</i>
<i>Tableau 6 : Matrice de corrélations entre les scores exécutifs aux tests neuropsychologiques et les dimensions correspondantes dans les versions Parent et Enseignant de la BRIEF.....</i>	<i>130</i>
<i>Tableau 7 : Corrélations entre l'interférence au Stroop, la métacognition, le temps de planification au test du Zoo et le nombre d'erreurs au test de Stroop.....</i>	<i>135</i>
<i>Tableau 8 : Corrélations et seuil de significativité entre les fonctions exécutives et les capacités volitionnelles des enfants évaluées par les tests neuropsychologiques et la BRIEF.....</i>	<i>137</i>
<i>Tableau 9 : Corrélations et valeurs de la significativité entre certaines variables du contrôle cognitif et la dimension hétérorégulation.....</i>	<i>140</i>
<i>Tableau 10 : Synthèse des résultats des analyses de régression multiples.</i>	<i>143</i>
<i>Tableau 11 : Synthèse des tests neuropsychologiques et des mesures utilisées.</i>	<i>152</i>
<i>Tableau 12 : Synthèse des dimensions évaluées par l'ERICA.....</i>	<i>154</i>
<i>Tableau 13 : Code des dimensions de la 2ADEASU.</i>	<i>155</i>
<i>Tableau 14 : Synthèse des dimensions par phase de l'échelle AREGA.</i>	<i>156</i>
<i>Tableau 15 : Description des interventions sur l'apprentissage autorégulé et sur l'éco-citoyenneté.</i>	<i>157</i>
<i>Tableau 16 : Synthèse des analyses de régression simples et multiples.</i>	<i>167</i>
<i>Tableau 17. Effet principal de l'année scolaire sur trois dimensions de l'apprentissage autorégulé.</i>	<i>170</i>
<i>Tableau 18 : Effet principal du groupe expérimental sur deux dimensions de l'apprentissage autorégulé.</i>	<i>171</i>
<i>Tableau 19. Valeur minimum et maximum, 1er et 3èmes quartiles ainsi que médiane des variables fonctions exécutives.....</i>	<i>171</i>
<i>Tableau 20. Moyenne et écart-type sur les tests neuropsychologiques en fonction du niveau scolaire.</i>	<i>279</i>
<i>Tableau 21. Moyenne et écart-type sur les tests neuropsychologiques en fonction du sexe.....</i>	<i>280</i>
<i>Tableau 22. Moyenne et écart-type sur les dimensions d'apprentissage autorégulé en fonction du niveau scolaire.</i>	<i>281</i>
<i>Tableau 23. Moyenne et écart-type sur les dimensions d'apprentissage autorégulé en fonction du sexe.</i>	<i>281</i>
<i>Tableau 24. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version parents en fonction du niveau scolaire.</i>	<i>282</i>
<i>Tableau 25. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version parents en fonction du sexe.....</i>	<i>282</i>

<i>Tableau 26. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version enseignants en fonction du niveau scolaire.</i>	<i>283</i>
<i>Tableau 27. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version enseignants en fonction du sexe... ..</i>	<i>283</i>
<i>Tableau 28. Données qualitatives, recueillies lors du deuxième post-test, sur l'utilité de la formation à l'apprentissage autorégulé.</i>	<i>349</i>
<i>Tableau 29. Données qualitatives, recueillies lors du deuxième post-test, sur l'utilité de la formation à éco-citoyenneté.....</i>	<i>351</i>

Table des figures

<i>Figure 1. Modèle de Norman et Shallice, 1986</i>	33
<i>Figure 2. Modèle en trois facteurs des fonctions exécutives (Miyake et al., 2000)</i>	36
<i>Figure 3. Présentation non exhaustive du modèle intégratif de la motivation (adapté de Fenouillet, 2012).</i>	51
<i>Figure 4. Le modèle du Rubicon des phases d'action (Heckhausen & Gollwitzer, 1987 ; cité par Kaplan, 2009).</i> ...	60
<i>Figure 5. Le Dual-Pathway model de Boekaerts (2011).</i>	68
<i>Figure 6. Modèle de Winne et Hadwin (1998 ; issu de Panadero, 2017).</i>	70
<i>Figure 7. Modèle intégratif de l'autorégulation et de l'hétérorégulation (Nader-Grobois, 2007).</i>	82
<i>Figure 8. Relations entre effort et automatisme (Cosnefroy, 2011).</i>	87
<i>Figure 9. Résultat de l'analyse confirmatoire.</i>	110
<i>Figure 10. Structure de la BRIEF et exemples d'items.</i>	122
<i>Figure 11. Représentation visuelle du test du d2.</i>	123
<i>Figure 12. Graphique représentant la corrélation entre l'évaluation des parents et des enseignants pour la dimension Planification et Organisation de la BRIEF ($r = .52, p < .001$).</i>	129
<i>Figure 13. Graphique de corrélation entre les scores de métacognition et l'utilisation de stratégies d'anticipation ($r = .37, p < .001$).</i>	132
<i>Figure 14. Graphiques de corrélation entre le test des Rimes et le score obtenu à la dimension anticipation des apprentissages. Fig. A. Corrélation entre le nombre d'erreurs au test des Rimes et la dimension anticipation des apprentissages ($r = .31, p < .01$). Fig. B. Corrélation entre le nombre de réponses correctes au test des Rimes et la dimension anticipation des apprentissages ($r = -.30, p < .01$).</i>	133
<i>Figure 15. Graphique de corrélation entre le score de planification et organisation de la BRIEF, évalué par les enseignants, et le score d'anticipation des apprentissages ($r = .23, p < .05$).</i>	134
<i>Figure 16. Graphique de corrélation entre le nombre de bonnes réponses à la tâche d'interférence du test de Stroop et le score d'anticipation des apprentissages ($r = -.28, p < .05$).</i>	134
<i>Figure 17. Graphique de corrélation entre le score de flexibilité mentale évalué par les parents et le score de volition obtenu par les enfants ($r = -.49, p < .001$).</i>	138
<i>Figure 18. Nuage de points représentant la corrélation entre le score de métacognition et le score de contrôle de l'exécution ($r = .37, p < .001$).</i>	139
<i>Figure 19. Nuage de points représentant la corrélation entre l'évaluation de la flexibilité mentale par les parents et le score de contrôle de l'exécution ($r = -.39, p < .001$).</i>	139
<i>Figure 20. Design expérimental.</i>	160
<i>Figure 21. Représentation graphique de la corrélation entre le nombre d'erreurs au test de Stroop et la dimension "croyance d'auto-efficacité" de l'AREGA ($r = .22, p < .01$).</i>	162
<i>Figure 22. Graphique représentant la corrélation entre le temps de réalisation du test du zoo et la dimension "définition des buts et planification" de la 2ADEASU ($r = .19, p < .05$).</i>	164
<i>Figure 23. Graphique représentant la corrélation entre le temps de réalisation du test du zoo et la dimension "Etablissement des buts" de l'AREGA ($r = .18, p < .05$).</i>	164

Figure 24. Représentation graphique de la corrélation entre le test des rimes et la dimension "auto-réaction" de l'AREGA ($r = -.20, p < .05$)	165
Figure 25. Représentation graphique de la corrélation entre le coût de flexibilité mentale et la dimension "auto-instruction et imagerie" de l'AREGA ($r = -.21, p < .01$).	166
Figure 26. Effet d'interaction du type de formation sur l'évolution de la dimension "co-évaluation de contenu" de l'ERICA.	169
Figure 27. Représentation graphique de l'effet d'interaction du type de formation sur la dimension "tenue de journaux et suivi individuel" de l'ERICA.	170
Figure 28. Graphique d'interaction entre le moment de l'évaluation de la dimension "tenue de journaux et suivi individuel" et les quartiles à la tâche d'interférence du Stroop.	173
Figure 29. Effet principal du nombre de bonnes réponses au test de Stroop (score en quartile) sur le score obtenu à la dimension "désorganisation".	173
Figure 30. Effet principal du nombre total d'erreurs au test de Stroop sur le score à la dimension "croyance d'auto-efficacité".	174
Figure 31. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs de distraction au test du d2 sur le score "d'auto-instruction et d'imagerie".	175
Figure 32. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs de distraction au test du d2 sur le score "Co-évaluation de contenu".	175
Figure 33. Effet principal du temps de réalisation au test du Zoo sur le score d'orientation des buts.	176
Figure 34. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le temps de réalisation au test du zoo sur la dimension « définition des buts et planification ».	177
Figure 35. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le nombre d'erreurs au test des Rimes sur la dimension « monitoring ».	178
Figure 36. Effet principal du coût de flexibilité mentale sur la dimension "décisions collectives de changement de méthode".	179
Figure 37. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « orientation des buts » pour les élèves situés en dessous du 1 ^{er} quartile dans la tâche de Stroop.	180
Figure 38. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « orientation des buts » pour les élèves situés au-dessus du 3 ^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.	180
Figure 39. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « intérêt intrinsèque » pour les élèves situés en-dessous du 1 ^{er} quartile dans la tâche de Stroop.	181
Figure 40. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « intérêt intrinsèque » pour les élèves situés entre la médiane et le 3 ^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.	182
Figure 41. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « croyance d'auto-efficacité » pour les élèves situés au-dessus du 3 ^{ème} quartile dans la tâche de Stroop.	183
Figure 42. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés en-dessous du 1 ^{er} quartile dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.	184

Figure 43. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés entre le 1 ^{er} quartile et la médiane dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.....	184
Figure 44. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Co-évaluation de contenu » pour les élèves situés au-dessus du 3 ^{ème} quartile dans le nombre total d'erreurs au test de Stroop.....	185
Figure 45. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « auto-attribution » pour les élèves situés entre la médiane et le 3 ^{ème} quartile dans le nombre de bonnes réponses au test des Rimes.	186
Figure 46. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « auto-attribution » pour les élèves situés au-dessus du 3 ^{ème} quartile dans le nombre de bonnes réponses au test des Rimes.	187
Figure 47. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « monitoring » pour les élèves situés en-dessous du 1 ^{er} quartile pour le nombre d'erreurs émises dans le test des Rimes.....	187
Figure 48. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « monitoring » pour les élèves situés au-dessus du 3 ^{ème} quartile pour le nombre d'erreurs émises dans le test des Rimes.....	188
Figure 49. Effet d'interaction entre le moment de l'évaluation et le type de formation reçue sur la dimension « Auto-réaction » pour les élèves situés entre le 1 ^{er} quartile et la médiane pour le temps de réalisation au test du Zoo.	189
Figure 50. Tendance à l'interaction entre le type de formation et le moment de l'évaluation sur la dimension « Auto-évaluation ».....	190
Figure 51. Tendance à l'interaction entre le moment de l'évaluation et la type de formation reçue sur la dimension « auto-instruction et imagerie ».	191
Figure 52. Evolution développementale des processus de contrôle émotionnel et de contrôle cognitif (issue de Casey et al., 2008).	194
Figure 53. Hypothèse de Diamond (2012) postulant que les programmes d'intervention des fonctions exécutives doivent avant tout permettre l'engagement de l'individu pour être bénéfique.	210
Figure 54. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension croyance d'auto-efficacité, $F(2,40) = 2,92$, $p < .01$, $\eta^2 = .22$	345
Figure 55. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Planification stratégique », $F(2,40) = 4,42$, $p < .05$, $\eta^2 = .18$	345
Figure 56. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Co-évaluation de contenu », $F(2,40) = 5,59$, $p < .01$, $\eta^2 = .22$	346
Figure 57. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Auto-évaluation » (IEM), $F(2,40) = 4,99$, $p < .05$, $\eta^2 = .20$	346

Figure 58. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Planification », $F(2,40) = 4,19, p < .05, \eta^2 = .18$ 347

Figure 59. Effet principal du groupe sur la dimension « Désorganisation », $F(1,19) = 5,63, p < .05, \eta^2 = .23$ 347

Annexes

Table des annexes

<i>Annexe 1 : Protocole des entretiens qualitatifs</i>	259
<i>Annexe 2 : Documents d'information et de consentement pour l'étude 1.</i>	261
<i>Annexe 3 : Statistiques descriptives de l'analyse factorielle.</i>	263
<i>Annexe 4 : Matrice de corrélation inter-éléments.</i>	265
<i>Annexe 5 : Statistiques descriptives de l'analyse confirmatoire.</i>	267
<i>Annexe 6 : Echelle de régulation des apprentissages pour enfant.</i>	269
<i>Annexe 7 : Avis du comité éthique de l'Université Paris Descartes.</i>	273
<i>Annexe 8 : Documents d'informations et de consentement pour l'étude 2.</i>	275
<i>Annexe 9 : Statistiques descriptives de l'étude 2.</i>	279
<i>Annexe 10 : Matrice de corrélation entre les dimensions de l'apprentissage autorégulé et les scores aux tests neuropsychologiques, à la BRIEF et à la MAI-Jr.</i>	285
<i>Annexe 11 : Documents d'information et de consentement pour l'étude 3.</i>	287
<i>Annexe 12 : Livret d'accompagnement pour la formation sur l'apprentissage autorégulé.</i>	291
<i>Annexe 13 : Livret d'accompagnement pour la formation à l'éco-citoyenneté.</i>	311
<i>Annexe 14 : Activités et jeux de rôle proposés lors de la formation à l'apprentissage autorégulé et à l'éco-citoyenneté.</i>	329
<i>Annexe 15 : Effets principaux trouvés lors de l'étude de l'évolution des lycéens.</i>	345
<i>Annexe 16 : Verbalisations des lycéens lors du deuxième post-test sur l'utilité de la formation reçue.</i>	349
<i>Annexe 17 : Article en préparation (étude préliminaire chez l'adulte).</i>	355

Annexe 1 : Protocole des entretiens qualitatifs

Accueillir l'enfant avec bienveillance afin qu'il se sente rapidement à l'aise. Ne pas hésiter à discuter avec l'enfant pendant les toutes premières minutes ; cela peut l'aider à se détendre et à créer un lien avec l'expérimentateur. Puis, introduire progressivement l'objectif de l'entretien, l'aide qu'il peut nous apporter et la façon dont l'entretien va se dérouler.

« Alors, nous nous rencontrons aujourd'hui car j'aimerais mieux comprendre comment les enfants de ton âge apprennent et je pense que tu peux m'aider ».

« Regarde, je vais te lire cette petite histoire »

Histoire : Aujourd'hui, Maxence en a plus qu'assez ! Il est souvent le dernier à terminer son exercice en classe, et il trouve difficile de répondre aux questions des contrôles, même s'il a appris sa leçon. Il aimerait beaucoup que cette situation change, il aimerait apprendre comme ses copains. Mais d'ailleurs, comment s'y prennent-ils pour apprendre ? A la récréation suivante, Maxence a pris une grande décision. Il va demander à son meilleur copain s'il peut lui donner des conseils pour mieux apprendre.

« Imaginons que tu es le copain de Maxence, quels conseils pourrais-tu lui donner ? »

Valoriser les réponses de l'enfant pour l'inciter à poursuivre (hochement de tête, oui, etc...). Puis poser les questions suivantes si l'enfant n'y a pas répondu de lui-même :

- 1) *Comment peux-tu faire pour apprendre ?*
- 2) *Avant de commencer à apprendre, à quoi penses-tu ?*
- 3) *Comment sais-tu si tu apprends bien ou pas ?*
- 4) *Comment sais-tu si tu as fini d'apprendre ou non ?*
- 5) *En quoi comparer ton apprentissage à celui des autres enfants t'aides-t-il à apprendre ?*
 - *Est-ce que tu compares ton apprentissage à celui des autres enfants ?*
 - *Comment fais-tu pour comparer ?*
 - *Que compares-tu ?*
 - *En quoi cela t'aide*
 - *En quoi cela t'aide de comparer ton apprentissage à celui des autres enfants ?*

Annexe 2 : Documents d'information et de consentement pour l'étude 1.



Etude sur l'apprentissage autorégulé



Dans le cadre d'une recherche universitaire, nous souhaitons mieux comprendre les stratégies d'apprentissage autorégulé utilisées par des enfants de 9 à 10 ans et scolarisés en CM1/CM2.

L'apprentissage autorégulé est défini comme un ensemble de pensées et de comportements mis en place par l'apprenant pour mener à bien un apprentissage. Tout apprentissage peut être découpé en trois ou quatre temps distincts lors desquels l'apprenant développe des stratégies puis contrôle et évalue son apprentissage.

Nous souhaitons développer un questionnaire évaluant l'apprentissage autorégulé et adapté à l'âge des enfants. Ce questionnaire sera ensuite utilisé dans des recherches ultérieures. Pour construire ce questionnaire, nous avons besoin de le proposer à un grand nombre d'enfants scolarisés dans des écoles différentes de façon à obtenir une représentation juste de cette population. Le questionnaire est composé de phrases telles que « Avant de commencer, je réfléchis à comment je vais apprendre ma leçon » et les enfants devront entourer un chiffre allant de 1 « jamais » à 5 « tout le temps ».

Si vous acceptez de participer à cette recherche, vos élèves devront remplir individuellement et en classe un questionnaire pour une durée d'environ 30 minutes.

Une autorisation parentale sera requise.

Pour toute question supplémentaire ou pour avoir des détails quant à la mise en place de cette étude, vous pouvez me contacter au 06.89.39.35.44 ou par mail : p.laurent@u-paris10.fr.

Bien Cordialement,

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire de Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Ouest Nanterre La Défense



AUTORISATION PARENTALE

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'une recherche universitaire, dirigée par Fabien FENOUILLET et Charlotte PINABIAUX, nous réalisons une étude sur les apprentissages des enfants scolarisés en classe de CM1 et CM2.

Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire et de comprendre les renseignements qui suivent.

L'objectif de notre recherche est de mieux comprendre la façon dont les enfants âgés de 9 à 10 ans apprennent. Les enfants devront répondre en classe à un questionnaire d'une durée de 20 à 30 minutes.

Les résultats seront uniquement utilisés dans un but de recherche et resteront strictement anonymes. A tout moment, il sera possible pour vous ou votre enfant d'interrompre sa participation à l'étude, sans préjudice.

La collaboration de votre enfant, ainsi que la vôtre, est précieuse pour la réalisation de la recherche et nous vous remercions d'y participer.

Pour toutes questions ou informations complémentaires vous pouvez me contacter par mail : p.laurent@u-paris10.fr.

Bien Cordialement,

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Université Paris Ovest Nanterre La Défense

Veillez compléter les informations ci-dessous (en majuscules) :

Je soussigné(e) Mr/Mme, représentant légal de, autorise mon enfant à participer à cette étude. J'ai pris connaissance du formulaire et comprends le but et la nature du projet de recherche.

Date : / /

Signature :

Annexe 3 : Statistiques descriptives de l'analyse factorielle.

Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Skewness		Kurtosis	
	Statistiques	Statistiques	Statistiques	Statistiques	Statistiques	Statistiques	Erreur std.	Statistiques	Erreur std.
AA1	381	1	5	3,23	1,418	-,254	,125	-1,221	,249
AA2	381	1	5	3,18	1,492	-,196	,125	-1,385	,249
AA3	381	1	5	2,87	1,509	,077	,125	-1,462	,249
AA4	381	1	5	2,82	1,451	,106	,125	-1,358	,249
AA5	381	1	5	3,25	1,432	-,329	,125	-1,231	,249
AA6	381	1	5	2,91	1,484	,008	,125	-1,405	,249
CE2	381	1	5	3,82	1,209	-,803	,125	-,347	,249
CE3	381	1	5	3,90	1,176	-,967	,125	,102	,249
CE4	381	1	5	3,88	1,155	-,941	,125	,133	,249
CE6	381	1	5	3,87	1,210	-,950	,125	,040	,249
DV1	381	1	5	2,83	1,060	,049	,125	-,444	,249
DV2	381	1	5	2,60	1,383	,380	,125	-1,094	,249
DV3	381	1	5	2,66	1,403	,288	,125	-1,222	,249
DV4	381	1	5	1,84	1,226	1,326	,125	,561	,249
DV5	381	1	5	1,61	1,078	1,828	,125	2,418	,249
DV6	381	1	5	2,78	1,416	,178	,125	-1,255	,249
FB1	381	1	5	4,58	,831	-2,294	,125	5,186	,249
FB2	381	1	5	4,72	,742	-3,232	,125	11,060	,249
FB4	381	1	5	4,63	,789	-2,517	,125	6,764	,249
FB5	381	1	5	4,45	1,008	-2,079	,125	3,781	,249
H2	381	1	5	4,13	1,185	-1,345	,125	,842	,249
H3	381	1	5	3,37	1,449	-,387	,125	-1,185	,249
H5	381	1	5	3,66	1,437	-,706	,125	-,915	,249
H6	381	1	5	3,71	1,372	-,719	,125	-,795	,249
N valide (liste)	381								

Annexe 4 : Matrice de corrélation inter-éléments.

Matrice de corrélation inter-éléments

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6	CE2	CE3	CE4	CE6	DV1	DV2	DV3	DV4	DV5	DV6	FB1	FB2	FB4	FB5	H2	H3	H5	H6
AA1	1,000	,481	,222	,404	,424	,207	,161	,183	,157	,264	-,139	-,041	,057	-,024	-,070	,001	,182	,169	,184	,268	,228	,163	,216	,248
AA2	,481	1,000	,182	,549	,470	,316	,295	,335	,331	,329	-,145	-,113	,012	-,130	-,110	-,180	,137	,204	,173	,194	,304	,210	,222	,299
AA3	,222	,182	1,000	,308	,306	,303	,224	,279	,284	,244	,011	-,019	,147	,054	,002	-,001	-,010	,135	,085	,136	,112	,165	,157	,135
AA4	,404	,549	,308	1,000	,550	,393	,232	,264	,214	,307	-,130	-,106	,061	-,097	-,116	-,069	,164	,160	,195	,186	,245	,162	,304	,255
AA5	,424	,470	,306	,550	1,000	,364	,329	,429	,406	,418	-,105	-,117	,079	-,137	-,117	-,037	,137	,229	,223	,209	,307	,230	,311	,356
AA6	,207	,316	,303	,393	,364	1,000	,232	,254	,246	,255	-,091	-,160	,068	-,139	,056	-,065	-,018	,066	,090	,081	,076	,134	,182	,170
CE2	,161	,295	,224	,232	,329	,232	1,000	,636	,607	,575	-,139	-,161	,008	-,184	-,118	-,151	,165	,261	,192	,189	,285	,208	,238	,231
CE3	,183	,335	,279	,264	,429	,254	,636	1,000	,637	,673	-,144	-,201	,040	-,205	-,102	-,167	,126	,218	,337	,158	,254	,250	,351	,317
CE4	,157	,331	,284	,214	,406	,246	,607	,637	1,000	,584	-,180	-,168	-,034	-,246	-,150	-,191	,113	,263	,295	,159	,263	,257	,251	,344
CE6	,264	,329	,244	,307	,418	,255	,575	,673	,584	1,000	-,134	-,230	-,010	-,162	-,189	-,147	,153	,251	,348	,268	,236	,216	,372	,326
DV1	-,139	-,145	,011	-,130	-,105	-,091	-,139	-,144	-,180	-,134	1,000	,281	,198	,266	,205	,208	-,063	-,129	-,194	-,099	-,098	-,010	-,044	-,090
DV2	-,041	-,113	-,019	-,106	-,117	-,160	-,161	-,201	-,168	-,230	,281	1,000	,241	,402	,259	,275	-,124	-,173	-,217	-,096	-,085	-,022	,032	-,074
DV3	,057	,012	,147	,061	,079	,068	,008	,040	-,034	-,010	,198	,241	1,000	,159	,162	,196	-,106	,001	-,059	-,004	,033	,015	,079	,008
DV4	-,024	-,130	,054	-,097	-,137	-,139	-,184	-,205	-,246	-,162	,266	,402	,159	1,000	,303	,331	-,170	-,197	-,283	-,093	-,085	-,058	,031	-,120
DV5	-,070	-,110	,002	-,116	-,117	,056	-,118	-,102	-,150	-,189	,205	,259	,162	,303	1,000	,258	-,167	-,179	-,094	-,126	-,098	-,026	-,054	-,141
DV6	,001	-,180	-,001	-,069	-,037	-,065	-,151	-,167	-,191	-,147	,208	,275	,196	,331	,258	1,000	-,086	-,161	-,117	-,070	-,037	-,081	,025	-,077
FB1	,182	,137	-,010	,164	,137	-,018	,165	,126	,113	,153	-,063	-,124	-,106	-,170	-,167	-,086	1,000	,395	,316	,166	,125	,083	,058	,061
FB2	,169	,204	,135	,160	,229	,066	,261	,218	,263	,251	-,129	-,173	,001	-,197	-,179	-,161	,395	1,000	,442	,328	,279	,135	,083	,126
FB4	,184	,173	,085	,195	,223	,090	,192	,337	,295	,348	-,194	-,217	-,059	-,283	-,094	-,117	,316	,442	1,000	,285	,170	,098	,121	,142
FB5	,268	,194	,136	,186	,209	,081	,189	,158	,159	,268	-,099	-,096	-,004	-,093	-,126	-,070	,166	,328	,285	1,000	,214	,030	,162	,158
H2	,228	,304	,112	,245	,307	,076	,285	,254	,263	,236	-,098	-,085	,033	-,085	-,098	-,037	,125	,279	,170	,214	1,000	,329	,311	,527
H3	,163	,210	,165	,162	,230	,134	,208	,250	,257	,216	-,010	-,022	,015	-,058	-,026	-,081	,083	,135	,098	,030	,329	1,000	,251	,435
H5	,216	,222	,157	,304	,311	,182	,238	,351	,251	,372	-,044	,032	,079	,031	-,054	,025	,058	,083	,121	,162	,311	,251	1,000	,455
H6	,248	,299	,135	,255	,356	,170	,231	,317	,344	,326	-,090	-,074	,008	-,120	-,141	-,077	,061	,126	,142	,158	,527	,435	,455	1,000

Annexe 5 : Statistiques descriptives de l'analyse confirmatoire.

Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Variance	Skewness		Kurtosis	
	Statistiques	Erreur std.	Statistiques	Erreur std.						
AA1	385	1	5	3,38	1,402	1,966	-,386	,124	-1,111	,248
AA2	385	1	5	3,30	1,421	2,020	-,350	,124	-1,190	,248
AA3	385	1	5	3,06	1,426	2,033	-,093	,124	-1,266	,248
AA4	385	1	5	2,94	1,408	1,983	-,013	,124	-1,314	,248
AA5	385	1	5	3,46	1,337	1,786	-,535	,124	-,822	,248
AA6	385	1	5	3,01	1,441	2,075	-,090	,124	-1,330	,248
CE2	385	1	5	3,80	1,223	1,497	-,785	,124	-,390	,248
CE3	385	1	5	3,97	1,142	1,304	-,973	,124	,045	,248
CE4	385	1	5	3,90	1,196	1,431	-1,041	,124	,223	,248
CE6	385	1	5	3,96	1,203	1,447	-1,035	,124	,128	,248
DV1	385	1	5	2,69	1,038	1,077	,124	,124	-,383	,248
DV2	385	1	5	2,35	1,261	1,590	,645	,124	-,656	,248
DV3	385	1	5	2,64	1,408	1,983	,325	,124	-1,191	,248
DV4	385	1	5	1,82	1,202	1,444	1,361	,124	,687	,248
DV5	385	1	5	1,61	1,043	1,089	1,879	,124	2,767	,248
DV6	385	1	5	2,67	1,337	1,788	,301	,124	-1,063	,248
FB1	385	1	5	4,58	,827	,684	-2,459	,124	6,318	,248
FB2	385	1	5	4,69	,724	,524	-2,830	,124	8,892	,248
FB4	385	1	5	4,65	,701	,491	-2,426	,124	6,810	,248
FB5	385	1	5	4,48	1,003	1,007	-2,228	,124	4,442	,248
H2	385	1	5	4,08	1,207	1,457	-1,290	,124	,677	,248
H3	385	1	5	3,43	1,449	2,099	-,400	,124	-1,203	,248
H5	385	1	5	3,79	1,352	1,828	-,851	,124	-,524	,248
H6	385	1	5	3,83	1,347	1,814	-,892	,124	-,477	,248
N valide (liste)	385									

Annexe 6 : Echelle de régulation des apprentissages pour enfant.

Nom :

Prénom :

Ton âge :

Je suis : Fille Garçon

Date de naissance :

COMMENT APPRENDS-TU ?

Ce questionnaire a pour but de mieux comprendre **comment tu apprends quand tu fais tes devoirs**. Réponds le plus honnêtement possible à toutes les questions, il n'y a que des bonnes réponses.

Lis bien chaque phrase et réponds en entourant le chiffre qui correspond le plus à ce que tu fais.

1	2	3	4	5
Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Tout le temps

1)	Lorsque j'apprends, j'ai du mal à rester concentré(e).	1	2	3	4	5
2)	Quand j'apprends, je cache mon cahier et j'essaie de me souvenir ce que j'ai appris.	1	2	3	4	5
3)	Je réfléchis aux questions que l'on pourra me poser.	1	2	3	4	5
4)	Je choisis de travailler dans un lieu où je peux trouver de l'aide.	1	2	3	4	5
5)	Je suis gentil avec tout le monde.	1	2	3	4	5
6)	Il est important pour moi d'obtenir de bonnes notes.	1	2	3	4	5
7)	Quand le travail est trop dur, je m'énerve.	1	2	3	4	5
8)	Je lis plusieurs fois ma leçon jusqu'à la connaître parfaitement.	1	2	3	4	5

9)	Quand je fais mes devoirs, je pense aux questions qu'il peut y avoir dans le contrôle.	1	2	3	4	5
10)	Je dis la vérité.	1	2	3	4	5
11)	Mes parents me posent des questions sur ma leçon et j'essaie d'y répondre.	1	2	3	4	5
12)	Pour moi, il est important de bien travailler à l'école dans le but d'avoir un bon métier.	1	2	3	4	5
13)	Si je m'arrête pendant mes devoirs, je n'arrive pas à m'y remettre.	1	2	3	4	5
14)	Je lis et je relis ma leçon jusqu'à bien la connaître.	1	2	3	4	5
15)	J'aime toutes les personnes que je connais.	1	2	3	4	5
16)	Je m'arrête parfois pour réfléchir à la manière dont j'apprends une leçon.	1	2	3	4	5
17)	Je demande à mes parents de me faire apprendre mes leçons.	1	2	3	4	5
18)	Je vérifie que mes devoirs sont finis en regardant mon agenda.	1	2	3	4	5
19)	Quand le travail est trop dur, je laisse tomber.	1	2	3	4	5
20)	Je ne mens pas.	1	2	3	4	5
21)	Pour être sûr(e) d'avoir tout bien compris, je relis plusieurs fois ma leçon.	1	2	3	4	5
22)	Avant de commencer à lire ma leçon, j'essaie d'imaginer les questions que le maître/la maîtresse va me poser.	1	2	3	4	5

23)	Je travaille avec des amis pour qu'on puisse s'entraider.	1	2	3	4	5
24)	J'apprends pour avoir de bonnes notes.	1	2	3	4	5
25)	Je suis gentil(le).	1	2	3	4	5
26)	J'arrête mes devoirs même si je n'ai pas tout fait.	1	2	3	4	5
27)	Après avoir lu ma leçon, je cache mon cahier et j'écris tout ce dont je me souviens.	1	2	3	4	5
28)	Quand j'apprends mes leçons, je me pose des questions et j'essaye d'y répondre.	1	2	3	4	5
29)	Pour savoir si je connais bien ma leçon, je la récite à quelqu'un de plus grand que moi.	1	2	3	4	5
30)	Je me tiens bien.	1	2	3	4	5
31)	Si j'apprends bien mes leçons, je pourrai choisir le métier que je souhaite.	1	2	3	4	5
32)	J'ai parfois la flemme de terminer mes devoirs.	1	2	3	4	5
33)	Je relis ma leçon jusqu'à ce qu'elle rentre dans ma tête.	1	2	3	4	5
34)	Avant d'apprendre une leçon, je commence à réfléchir.	1	2	3	4	5
35)	Je suis sympa.	1	2	3	4	5
36)	Je demande à mes parents qu'ils me posent des questions sur ma	1	2	3	4	5

	leçon.					
37)	Je regarde dans mon agenda pour voir si j'ai fini tous mes devoirs.	1	2	3	4	5

Annexe 7 : Avis du comité éthique de l'Université Paris Descartes.



Conseil d'évaluation éthique pour les recherches en santé (CERES)

Présidente: Jacqueline Fagard

N° 2017 - 45

PROTOCOLE : Apprentissage autorégulé et fonctions exécutives chez l'enfant de CM1 et de CM2

Noms du/ des chercheur(s) : Pauline LAURENT, Fabien FENOUILLET, Charlotte PINABIAUX

Email pour la correspondance : pl.pauline@wanadoo.fr, ffenuil@u-paris10.fr, pinabiac@u-paris-10.fr

Labo/ Service: Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle (CHArt, EA4004)

Évalué à la séance du 12/09/2017

AVIS : Favorable

L'avis du CERES n'exonère pas des formalités réglementaires. A cet égard, il vous appartient notamment, si vous traitez des données se rapportant à un individu directement ou indirectement identifiable, de respecter la réglementation « Informatique et libertés » (CNIL) : par exemple de vous assurer de la sécurité des données, et du respect des formalités préalables prévues par la loi. Pour cela, vous pouvez solliciter les conseils du Correspondant informatique et libertés (CIL) ou du service juridique de votre université ou de votre organisme de recherche.

N°CERES : 2017_45

Jacqueline Fagard



Lettre d'information à destination des professeurs des écoles

Dans le cadre d'une thèse réalisée à l'Université Paris Nanterre et encadrée par Fabien Fenouillet, professeur en psychologie cognitive et Charlotte Pinabiaux, maître de conférences en neuropsychologie, nous souhaitons mieux comprendre les **liens entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives** chez des **enfants de CM1/CM2** tout-venant dans le but de comparer leurs résultats avec ceux d'enfants souffrant d'un trouble « déficit de l'attention avec hyperactivité » [TDAH].

L'apprentissage autorégulé représente l'ensemble des comportements, des pensées et des stratégies mis en place par un élève pour atteindre un objectif d'apprentissage. Les fonctions exécutives sont un ensemble de processus cognitifs permettant à tout être humain d'adapter son comportement dans diverses situations de la vie quotidienne. Ces deux mécanismes sont fortement liés à la réussite scolaire, académique et professionnelle.

Dans le cadre de cette étude, nous avons besoin de rencontrer un grand nombre d'enfants scolarisés en CM1 et en CM2. Les enfants répondront en **classe entière** à **deux questionnaires** pendant 30 minutes et seront ensuite rencontrés **individuellement lors d'un entretien d'1h** lors duquel ils réaliseront des tests s'apparentant à des jeux. Cette recherche a été autorisée par l'inspecteur de l'Education Nationale de votre circonscription.

Les résultats de cette recherche, nous permettront de mieux comprendre comment les enfants de 8 à 12 ans apprennent et de quelles façons nous pourrions les accompagner dans la mise en place de stratégies d'apprentissage.

Ces résultats seront anonymes et seront uniquement utilisés dans le cadre de cette recherche. Une autorisation parentale sera requise. L'enfant ou ses représentants légaux pourront interrompre la participation à tout moment sans justification. Les résultats collectifs de la recherche vous seront transmis ainsi qu'aux parents et aux enfants.

Pour toute question supplémentaire ou pour avoir des détails quant à la mise en place de cette étude, vous pouvez me contacter au 06.89.39.35.44 ou par mail : p.laurent@parisnanterre.fr.

Bien Cordialement,

Pauline LAURENT
Neuropsychologue
Doctorante en psychologie cognitive
Laboratoire de Cognitions Humaine et Artificielle (CHArt, EA 4004)
Université Paris Nanterre

Dans le cadre d'une thèse réalisée à l'Université Paris Nanterre et encadrée par Fabien Fenouillet, professeur en psychologie cognitive et Charlotte Pinabiaux, maître de conférences en neuropsychologie, nous souhaitons mieux comprendre les **liens entre l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives** chez des **enfants de CM1/CM2**.

L'apprentissage autorégulé représente l'ensemble des comportements, des pensées et des stratégies mis en place par un élève pour atteindre un objectif d'apprentissage. Les fonctions exécutives sont un ensemble de processus cognitifs permettant à tout être humain d'adapter son comportement dans diverses situations de la vie quotidienne. Ces deux mécanismes sont fortement liés à la réussite scolaire, académique et professionnelle.

Dans le cadre de cette étude, nous avons besoin de rencontrer un grand nombre d'enfants âgés de 8 à 12 ans. Les enfants répondront en **classe entière à deux questionnaires** pendant 30 minutes et seront ensuite rencontrés **individuellement lors d'un entretien d'1h** lors duquel ils réaliseront des tests s'apparentant à des jeux. Cette recherche a été autorisée par l'inspecteur de l'Education Nationale dont dépend l'école de votre enfant.

Les résultats de cette recherche, nous permettront de mieux comprendre comment les enfants de CM1/CM2 apprennent et de quelles façons nous pourrions les accompagner dans la mise en place de stratégies d'apprentissage.

Ces résultats seront anonymes et seront uniquement utilisés dans le cadre de cette recherche. Vous pourrez interrompre la participation de votre enfant à tout moment sans justification de votre part. Les résultats collectifs de la recherche vous seront transmis.

Pour toute question supplémentaire ou pour avoir des détails quant à la mise en place de cette étude, vous pouvez me contacter au 06.89.39.35.44 ou par mail : p.laurent@parisnanterre.fr.

Veuillez conserver cette lettre d'informations et remettre le coupon détachable à l'enseignant de votre enfant.

Bien Cordialement,

Pauline LAURENT
Neuropsychologue clinicienne
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire de Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Nanterre



Je soussigné(e) Mr/Mme représentant légal de l'enfant.....autorise/n'autorise* pas mon enfant à participer à l'étude sur les liens entre les fonctions exécutives et l'apprentissage autorégulé. J'ai pris connaissance du formulaire et comprends le but et la nature du projet de recherche.

Date :/...../.....

Signature :

**Rayez la mention inutile*

A remettre accompagné de la fiche signalétique sous enveloppe cachetée. N'oubliez pas d'indiquer le nom de votre enfant.

Fiche signalétique concernant votre enfant

Ces informations sont strictement confidentielles, elles ne seront pas dévoilées dans le cadre de notre recherche et seul le responsable de l'étude (Pauline Laurent) en aura l'accès. Merci de répondre à chacune de ces questions.

Nom et prénom de l'enfant :

Date de naissance :

Age :

Sexe : F ou M

L'un de ces troubles a-t-il été diagnostiqué chez votre enfant ?

- | | | |
|---|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Dyslexie | <input type="checkbox"/> Trouble anxieux | <input type="checkbox"/> TDA/H |
| <input type="checkbox"/> Dysorthographe | <input type="checkbox"/> Spectre autistique | <input type="checkbox"/> Dyscalculie |
| <input type="checkbox"/> Dépression | <input type="checkbox"/> Trouble Oppositionnel
avec Provocation | <input type="checkbox"/> Dysphasie |
| <input type="checkbox"/> Dyspraxie | | |

Votre enfant suit-il un traitement pour l'un des troubles mentionnés ci-dessus ? OUI NON

Une rééducation ou un suivi a-t-il été proposé à votre enfant :

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Orthophonie | <input type="checkbox"/> Psychomotricité | <input type="checkbox"/> Autre : |
| <input type="checkbox"/> Neuropsychologie | <input type="checkbox"/> Ergothérapie | |

Votre enfant souffre-t-il de daltonisme ? OUI NON

Votre enfant est-il atteint ou a-t-il eu une atteinte neurologique (AVC, traumatisme crânien, épilepsie....) ?
OUI NON

Votre enfant souffre-t-il d'une maladie psychiatrique (dépression, schizophrénie....) ? OUI NON

Si oui, prend-il un traitement ? OUI NON

Souhaitez-vous ajouter quelque chose au sujet de votre enfant ?

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

Nous vous remercions de votre participation.

Document à remettre accompagné de l'autorisation parentale et sous enveloppe cachetée.



CONSENTEMENT DU JEUNE

Dans le cadre d'une recherche universitaire, nous souhaitons mieux comprendre comment les enfants de ton âge apprennent. Si tu le souhaites, tu peux participer à cette étude et ainsi nous aider à réaliser cette recherche.

Si tu y participes, tu répondras à deux questionnaires et tu réaliseras quelques exercices lors d'un entretien individuel.

Toutes les informations recueillies lors de cet entretien seront anonymes et uniquement utilisées dans un but de recherche.

Tu es libre de participer ou non à cette recherche et tu pourras à tout moment te retirer de l'étude, si tu le souhaites. Les résultats collectifs de la recherche te seront communiqués. Tu pourras me contacter pour toutes questions ou informations complémentaires.

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Nanterre
p.laurent@parisnanterre.fr



Formulaire de consentement concernant l'étude sur les apprentissages des enfants de CM1 et CM2. Cette étude est une recherche réalisée par l'Université Paris Nanterre.

Nom :

Prénom.....

J'accepte de participer à cette étude.

Je refuse de participer.

Date : /..... /.....

Signature :

Annexe 9 : Statistiques descriptives de l'étude 2.

Tableau 20. Moyenne et écart-type sur les tests neuropsychologiques en fonction du niveau scolaire.

Tests neuropsychologiques	CM1	CM2	p
Interférence Stroop	28,98 ± 6,39	32,66 ± 5,87	.03*
Nombre d'erreurs corrigées au Stroop	2,42 ± 1,92	2,81 ± 1,97	.10
Nombre d'erreurs non corrigées au Stroop	0,70 ± 1,15	0,62 ± 1,03	.57
Nombre total d'erreurs	3,12 ± 2,40	3,43 ± 2,28	.28
Erreurs corrigées au test du d2	6,66 ± 5,64	6,66 ± 5,53	.88
Erreurs non corrigées au test du d2	5,08 ± 5,44	3,36 ± 4,20	.16
Score d'interférence au CVLT	-1,24 ± 1,90	-1,28 ± 1,26	.97
Temps de planification au Test du Zoo	32,69 ± 61,10	41,77 ± 81,43	.52
Temps de réalisation au Test du Zoo	176,80 ± 101,41	173,52 ± 102,43	.73
Score séquence	4,27 ± 2,33	3,82 ± 2,56	.34
Nombre total d'erreurs au test du Zoo	2,08 ± 2,80	2,20 ± 2,66	.83
Score total au Test du Zoo	2,19 ± 3,96	1,61 ± 4,33	.49
Réponses correctes détaillées au test des Rimes	24,92 ± 4,99	27,11 ± 4,47	.05*
Réponses correctes au test des Rimes	30,38 ± 3,87	31,70 ± 3,62	.20
Nombre d'erreurs au test des Rimes	13,38 ± 4,32	12,30 ± 3,62	.38

Test neuropsychologiques	CM1	CM2	p
Coût de flexibilité mentale (TMTB – TMTA)	65,04 ± 32,98	63,02 ± 25,95	.77
Nombre d'erreurs au TMT B	0,38 ± 0,67	0,45 ± 0,77	.79

Tableau 21. Moyenne et écart-type sur les tests neuropsychologiques en fonction du sexe.

Tests neuropsychologiques	Fille	Garçon	p
Interférence Stroop	30,43 ± 6,77	31,04 ± 6,10	.85
Nombre d'erreurs corrigées au Stroop	2,66 ± 7,39	2,57 ± 1,82	.23
Nombre d'erreurs non corrigées au Stroop	0,70 ± 1,17	0,62 ± 1,02	.78
Nombre total d'erreurs	3,36 ± 2,69	3,19 ± 2,02	.27
Erreurs corrigées au test du d2	5,39 ± 4,67	7,72 ± 6,04	.06
Erreurs non corrigées au test du d2	4,34 ± 5,31	4,17 ± 4,64	.90
Score d'interférence au CVLT	-1,27 ± 1,72	-1,25 ± 1,54	.97
Temps de planification au Test du Zoo	44,05 ± 69,31	31,57 ± 73,66	.38
Temps de réalisation au Test du Zoo	212,65 ± 112,97	144,59 ± 79,60	.001***
Score séquence	4,27 ± 2,44	3,88 ± 2,45	.48
Nombre total d'erreurs au test du Zoo	2,00 ± 2,30	2,25 ± 3,02	.77

Score total au Test du Zoo	2,27 ± 3,58	1,63 ± 4,53	.56
Réponses correctes détaillées au test des Rimes	25,82 ± 5,30	26,11 ± 4,48	.86
Réponses correctes au test des Rimes	31,32 ± 3,80	30,77 ± 3,80	.53
Nombre d'erreurs au test des Rimes	12,68 ± 3,80	13,00 ± 4,21	.79
Coût de flexibilité mentale (TMTB – TMTA)	64,27 ± 35,54	63,89 ± 24,05	.67
Nombre d'erreurs au TMT B	0,34 ± 0,65	0,47 ± 0,77	.32

Tableau 22. Moyenne et écart-type sur les dimensions d'apprentissage autorégulé en fonction du niveau scolaire.

Dimensions	CM1	CM2	p
Anticipation	2,84 ± 0,75	3,11 ± 0,89	.10
Difficultés volitionnelles	3,59 ± 0,80	3,54 ± 0,77	.65
Contrôle de l'exécution	3,54 ± 1,10	3,90 ± 1,04	.10
Hétérorégulation	3,69 ± 0,99	4,10 ± 0,77	.04*
Fixation des buts	4,42 ± 0,85	4,68 ± 0,43	.07

Tableau 23. Moyenne et écart-type sur les dimensions d'apprentissage autorégulé en fonction du sexe.

Dimensions	Fille	Garçon	p
Anticipation	3,01 ± 0,91	2,94 ± 0,76	.51
Difficultés volitionnelles	3,54 ± 0,84	3,59 ± 0,74	.68
Contrôle de	3,69 ± 0,93	3,74 ± 1,20	.99

l'exécution			
Hétérorégulation	3,84 ± 0,97	3,92 ± 0,86	.89
Fixation des buts	4,43 ± 0,88	4,63 ± 0,46	.26

Tableau 24. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version parents en fonction du niveau scolaire.

Dimensions	CM1	CM2	p
Inhibition	54,21 ± 13,13	50,67 ± 9,20	.14
Flexibilité	53,44 ± 10,75	50,86 ± 10,59	.30
Contrôle émotionnel	53,23 ± 10,93	51,69 ± 10,85	.46
Initiation	54,92 ± 12,56	51,86 ± 11,57	.23
Mémoire de travail	56,71 ± 11,94	51,69 ± 9,45	.04*
Planification	54,83 ± 13,30	51,83 ± 11,47	.25
Organisation			
Organisation du matériel	51,04 ± 10,72	50,98 ± 10,73	.95
Contrôle	56,42 ± 11,66	50,55 ± 9,76	.01**

Tableau 25. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version parents en fonction du sexe.

Dimensions	Fille	Garçon	p
Inhibition	53,34 ± 11,80	51,90 ± 11,40	.71
Flexibilité	52,80 ± 8,82	51,76 ± 12,12	.70
Contrôle émotionnel	52,80 ± 11,03	52,27 ± 10,81	.93
Initiation	52,58 ± 11,17	54,24 ± 12,96	.48
Mémoire de travail	54,71 ± 11,50	54,08 ± 10,82	.92
Planification			
Organisation	53,34 ± 13,88	53,51 ± 11,37	.84
Organisation du matériel	49,95 ± 9,98	51,90 ± 11,23	.42
Contrôle	52,78 ± 11,62	54,43 ± 10,81	.32

Tableau 26. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version enseignants en fonction du niveau scolaire.

Dimensions	CM1	CM2	p
Inhibition	50,94 ± 12,87	51,23 ± 13,71	.90
Flexibilité	47,21 ± 9,56	52,77 ± 12,11	.03*
Contrôle émotionnel	48,10 ± 9,35	51,81 ± 15,15	.14
Initiation	49,48 ± 11,13	51,64 ± 12,17	.45
Mémoire de travail	51,90 ± 11,84	52,49 ± 11,85	.94
Planification	51,79 ± 12,52	56,83 ± 17,80	.13
Organisation			
Organisation du matériel	50,04 ± 8,71	51,60 ± 16,23	.48
Contrôle	50,85 ± 13,38	51,36 ± 14,24	.93

Tableau 27. Moyenne et écart-type sur les dimensions de la BRIEF version enseignants en fonction du sexe.

Dimensions	Fille	Garçon	p
Inhibition	51,05 ± 15,08	51,11 ± 11,69	1.00
Flexibilité	48,31 ± 9,37	51,26 ± 12,38	.30
Contrôle émotionnel	49,05 ± 14,64	50,64 ± 10,86	.69
Initiation	50,00 ± 13,15	50,98 ± 10,40	.74
Mémoire de travail	51,71 ± 15,08	52,57 ± 11,94	.72
Planification	54,21 ± 17,75	54,34 ± 13,61	.89
Organisation			
Organisation du matériel	50,88 ± 14,51	50,75 ± 11,69	.88
Contrôle	50,74 ± 15,38	51,40 ± 12,43	.60

Annexe 10 : Matrice de corrélation entre les dimensions de l'apprentissage autorégulé et les scores aux tests neuropsychologiques, à la BRIEF et à la MAI-Jr.

	Anticipation	Difficultés volitionnelles	Contrôle de l'exécution	Hétérorégulation	Fixation des buts
Métacognition	0,37***	,13	,37***	,46***	,20
Interférence Stroop	-,28*	,13	,00	-,18	,17
C-B2	,02	,06	-,01	,09	-,00
Nombre d'erreurs corrigées au Stroop	,13	-,03	,10	,22*	-,03
Nombre d'erreurs non corrigées au Stroop	-,19	-,26*	-,27*	,06	-,35***
Nombre d'erreurs non corrigées au Stroop	,02	-,14	-,04	,22	-,18
Erreurs non corrigées au test du d2	-,02	-,10	-,16	-,05	-,09
Erreurs corrigées au test du d2	-,01	,01	-,02	,13	,01
Score d'interférence au CVLT	-,01	,05	,11	-,07	-,01
Temps de planification au Test du Zoo	,01	,05	-,07	,06	-,01
Temps de réalisation au Test du Zoo	-,04	-,05	-,05	-,09	-,13
Score séquence	,02	,21	-,03	-,10	-,06
Nombre total d'erreurs au test du Zoo	,10	-,25*	-,01	-,04	,05
Score total au Test du Zoo	-,05	,28*	-,01	-,03	-,07
Réponses correctes détaillées au test des Rimes	-,20	,31**	-,00	,03	,30**
Réponses correctes au test des Rimes	-,30**	,08	-,12	-,11	-,03
Nombre d'erreur au	,31**	-,05	,08	,13	,00

test des Rimes					
Coût de flexibilité mentale (TMTB – TMTA)	,10	-,42***	-,03	-,10	-,21
Nombre d'erreurs au TMT B	,04	-,26*	-,04	-,08	-,05
Inhibition P.	,08	-,26*	-,23*	-,16	-,17
Flexibilité P.	,04	-,49***	-,39***	-,26*	-,36***
Contrôle émotionnel P.	-,14	-,08	-,18	-,17	-,13
Initiation P.	-,01	-,18	-,18	-,26*	-,21
Mémoire de travail P.	,16	-,28*	-,05	-,16	-,17
Planification Organisation P.	,14	-,24*	-,12	-,16	-,18
Organisation du matériel P.	,11	-,14	,03	-,14	-,08
Contrôle P.	,03	-,24*	-,23*	-,07	-,17
Inhibition E.	,07	-,11	-,03	-,12	-,04
Flexibilité E.	,06	-,07	-,05	-,10	-,14
Contrôle émotionnel E.	,15	,12	,07	-,11	,07
Initiation E.	,16	-,32**	-,09	-,16	-,20
Mémoire de travail E.	,09	-,29**	-,17	-,22*	-,24*
Planification Organisation E.	,23*	-,24*	-,04	-,19	-,18
Organisation du matériel E.	,10	-,21	-,06	-,22	-,14
Contrôle E.	,13	-,17	-,09	-,21	-,06

E. : enseignants ; P. : Parents

Annexe 11 : Documents d'information et de consentement pour l'étude 3.



Etude sur l'apprentissage autorégulé et les fonctions exécutives

Dans le cadre d'une recherche universitaire, nous souhaitons étudier les stratégies d'apprentissage autorégulé de lycéens scolarisés en seconde, en lien avec leurs fonctions exécutives.

L'apprentissage autorégulé est défini comme un ensemble de pensées et de comportements mis en place par l'apprenant pour mener à bien un apprentissage. Tout apprentissage peut être découpé en trois ou quatre temps distincts lors desquels l'apprenant anticipe, contrôle et évalue son apprentissage. Les fonctions exécutives sont un ensemble de processus cognitifs qui permettent à tout être humain d'organiser son quotidien.

Au cours du mois d'octobre, deux classes de seconde seront sollicitées pour participer à cette recherche. Dans le cadre de l'étude, les lycéens seront confrontés à **deux reprises** à des tests neuropsychologiques mesurant leurs fonctions exécutives et des questionnaires évaluant leur apprentissage autorégulé. Entre ces deux évaluations, ils bénéficieront d'une **intervention en six séances** ayant pour but de développer leur utilisation de stratégies d'apprentissages. La formation portera directement sur l'apprentissage autorégulé pour un groupe et sur l'éco-citoyenneté pour un second groupe. Les évaluations seront individuelles et dureront **1h**. Les séances seront collectives (groupe de 16 adolescents maximum) et auront également une durée **d'1h**. Au cours des séances de l'intervention, les lycéens seront incités à réfléchir, à développer et à partager leurs expériences d'apprentissages ainsi qu'à inventer et construire de nouvelles stratégies. Des jeux de rôles seront parfois instaurés. Afin de suivre ces séances, les lycéens seront équipés d'un livret.

A la fin de l'année scolaire, une intervention sur l'apprentissage autorégulé vous sera proposée. Cette intervention aura également pour objectif d'expliquer en détail l'étude réalisée.

Pour plus d'information vous pouvez me contacter par mail : p.laurent@u-paris10.fr.

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Ovest Nanterre la Défense

AUTORISATION PARENTALE

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'une recherche universitaire, dirigée par Fabien FENOUILLET et Charlotte PINABIAUX, nous réalisons une étude sur les apprentissages des adolescents scolarisés en classe de seconde.

Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire et de comprendre les renseignements qui suivent.

L'objectif de notre recherche est de mieux comprendre la façon dont les adolescents âgés de 14 à 16 ans apprennent. L'étude consistera en un entretien individuel avec votre enfant, d'une durée de 60 minutes, composé de tests et de questionnaires. Puis, les adolescents participeront à 6 séances de groupe lors desquelles ils seront amenés à réfléchir sur la régulation de leurs comportements. Suite à ces séances, votre enfant sera de nouveau rencontré de manière individuelle.

Les résultats seront uniquement utilisés dans un but de recherche et resteront strictement anonymes. A tout moment, il sera possible pour vous ou votre enfant d'interrompre sa participation à l'étude, sans préjudice.

La collaboration de votre enfant, ainsi que la vôtre, est précieuse pour la réalisation de la recherche et nous vous remercions d'y participer.

Pour toutes questions ou informations complémentaires vous pouvez me contacter par mail : p.laurent@u-paris10.fr.

Bien Cordialement,

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire de Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Nanterre



Veillez compléter les informations ci-dessous (en majuscules) :

Je soussigné(e) Mr/Mme, représentant légal de, autorise/n'autorise pas* mon enfant à participer à cette étude. J'ai pris connaissance du formulaire et comprends le but et la nature du projet de recherche.

Date : / /

Signature :

**Rayer la mention inutile*

Document à remettre accompagné de la fiche signalétique et sous enveloppe cachetée. N'oubliez pas d'indiquer le nom de votre enfant.



ACCORD DU JEUNE

Dans le cadre d'une recherche universitaire, nous souhaitons mieux comprendre les différentes manières utilisées par les jeunes de ton âge pour apprendre. Si tu le souhaites, tu peux participer à cette étude et ainsi nous aider à réaliser cette recherche.

L'étude sera réalisée en trois temps. Tout d'abord, lors d'un entretien individuel, tu seras amené à répondre à deux questionnaires ainsi qu'à réaliser quelques exercices. Toutes les informations recueillies lors de cet entretien seront anonymes et uniquement utilisées dans un but de recherche. Dans un deuxième temps, 6 séances de groupe seront organisées lors desquelles tu apprendras à ajuster ton comportement dans différentes situations. Suite à ses six séances, tu pourras de nouveau répondre aux mêmes questionnaires et aux mêmes exercices que la première fois.

Tu es libre d'y participer ou non et tu pourras à tout moment te retirer de l'étude, si tu le souhaites. Tu pourras me contacter pour toutes questions ou informations complémentaires.

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Nanterre
p.laurent@u-paris10.fr



Je soussigné M./Mlle.....accepte de participer à cette étude et de m'y engager sérieusement.

Date : / /

Signature :



ACCORD DU JEUNE

Dans le cadre d'une recherche universitaire, nous souhaitons mieux comprendre comment les jeunes de ton âge apprennent à devenir éco-citoyens. Si tu le souhaites, tu peux participer à cette étude et ainsi nous aider à réaliser cette recherche.

L'étude sera réalisée en trois temps. Tout d'abord, lors d'un entretien individuel, tu seras amené à répondre à deux questionnaires ainsi qu'à réaliser quelques exercices. Toutes les informations recueillies lors de cet entretien seront anonymes et uniquement utilisées dans un but de recherche. Dans un deuxième temps, 6 séances de groupe seront organisées lors desquelles tu apprendras à ajuster ton comportement dans différentes situations. Suite à ses six séances, tu pourras de nouveau répondre aux mêmes questionnaires et aux mêmes exercices que la première fois.

Tu es libre d'y participer ou non et tu pourras à tout moment te retirer de l'étude, si tu le souhaites. Tu pourras me contacter pour toutes questions ou informations complémentaires.

Pauline LAURENT
Doctorante en Psychologie Cognitive
Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle
Université Paris Nanterre
p.laurent@u-paris10.fr

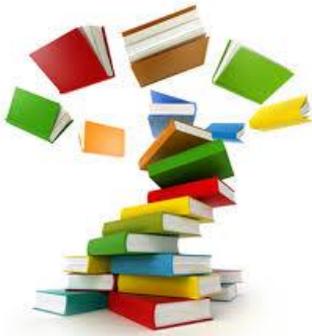


Je soussigné M./Mlle.....accepte de participer à cette étude et de m'y engager sérieusement.

Date : / /

Signature :

Annexe 12 : Livret d'accompagnement pour la formation sur l'apprentissage autorégulé.



ET MOI, COMMENT J'APPRENDS ?



INTRODUCTION

Tu vas participer à une recherche scientifique qui a pour but de mieux comprendre comment les jeunes de ton âge apprennent. Dans ce cadre, tu devras participer à 6 séances lors desquelles nous discuterons tous ensemble des différentes stratégies que nous utilisons pour apprendre. Chaque séance abordera un temps clé de l'apprentissage :

1. Introduction à l'apprentissage autorégulé
2. Anticipation de l'apprentissage
3. Exécution de l'apprentissage
4. Autoévaluation de l'apprentissage
5. Prise de décision avant, pendant ou après l'apprentissage
6. Conclusion sur les séances

Entre deux séances, tu pourras t'entraîner à utiliser certaines stratégies et ensuite nous en discuterons tous ensemble.

Tu n'es évidemment pas obligé de participer à cette recherche mais si tu souhaites y participer tu devras t'y tenir sérieusement.

Ce livret est individuel et te servira à prendre des notes au cours ou entre les séances. C'est à toi de te l'approprier en notant tes questions, tes réflexions ou tes idées.

Séance 1 : Introduction à l'apprentissage autorégulé

- Qu'est-ce que c'est ?

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

- Quelles sont mes facilités et mes difficultés dans mes apprentissages ?

Facilités	Difficultés

- Pause réflexion : comment je fais quand j'apprends ?

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

- Qu'est-ce que j'attends de cette intervention ?

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

- Jeu de rôle

Personnage : l'Apprenant et la Conscience

Intrigue : l'Apprenant se concentre sur un texte à comprendre et à apprendre. Dans le même temps, la Conscience apporte un regard critique à l'Apprenant en identifiant les stratégies mises en place par ce dernier. Elle peut également lui suggérer d'autres stratégies.

- Entraînement perso

Essaye de t'observer quand tu apprends une leçon ou que tu réalises un exercice pour identifier les stratégies que tu mets en place.

Qu' observes-tu ?

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

Quelle(s) stratégie(s) penses-tu utiliser ?

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

Constates-tu les trois temps de l'apprentissage ? Lesquels ?

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

Séance 2 : Anticipation/Planification des apprentissages

- A mon avis, qu'est-ce que c'est ?

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

- Comment j'anticipe mon travail ? Quelles stratégies j'utilise ? Est-ce facile ou difficile ? Pourquoi ?

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

- Comment pourrais-je faire autrement ?

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

- Jeu de rôle

L'Apprenant révise pour un devoir sur table en mathématiques, il doit anticiper et planifier cette révision. La Conscience l'aide et le guide dans cette tâche.

- Entraînement perso

Dans la semaine, choisis un travail scolaire (leçon, exercice, devoir maison, devoir sur table...) en essayant de l'anticiper et de le programmer concrètement dans le temps. Tu peux t'aider des outils que nous avons vu ensemble ou bien utiliser les tiens.

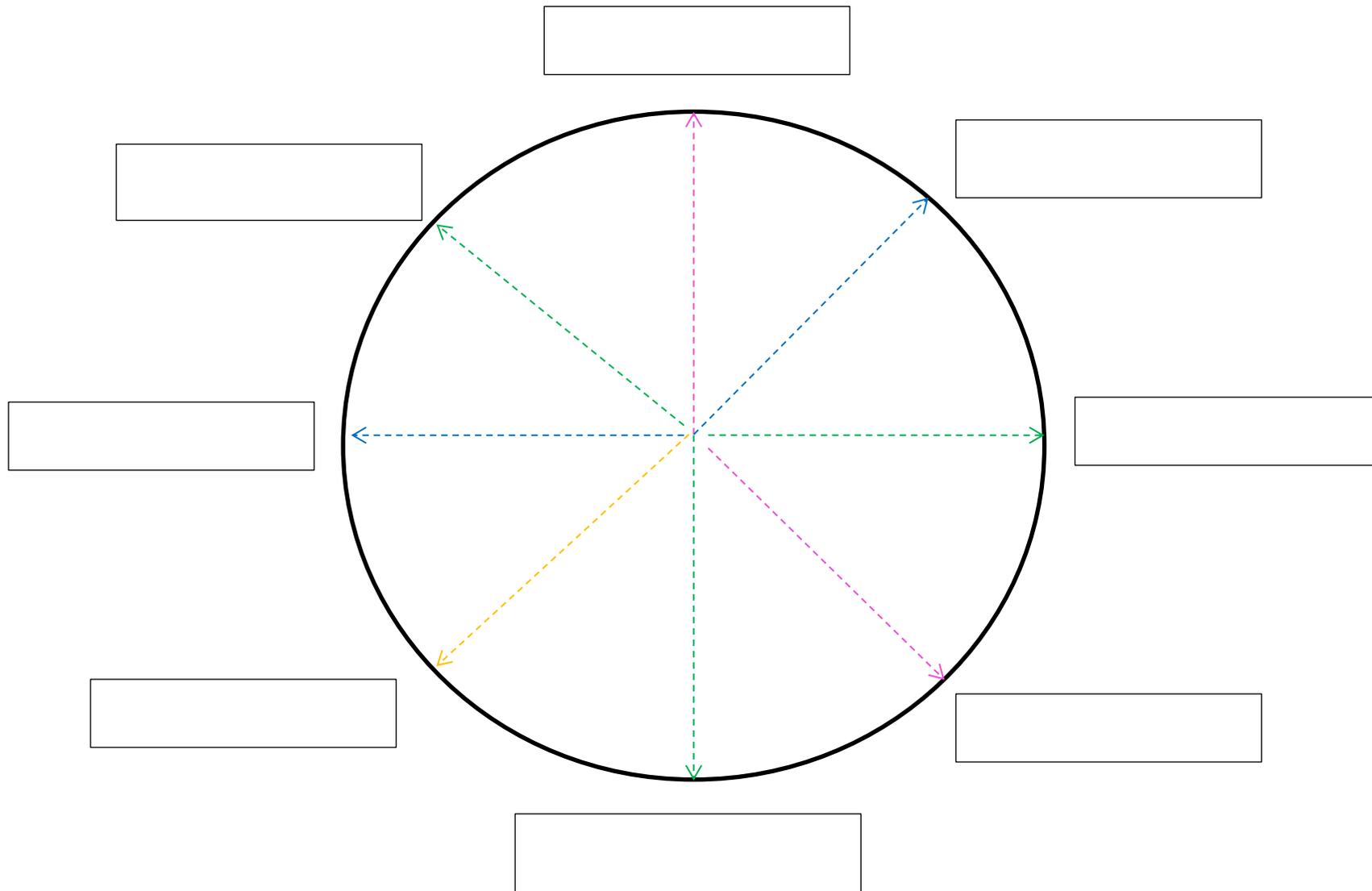
Quel travail as-tu choisi ?

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

Comment ça s'est passé ?

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

Où j'en suis ?



Mon horaire hebdomadaire

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
7.00							
8.00							
9.00							
10.00							
11.00							
12.00							
13.00							
14.00							
15.00							
16.00							
17.00							
18.00							
19.00							
20.00							
21.00							
22.00							
23.00							
24.00							

GERER ET PLANIFIER SON TEMPS

Les étapes de la planification	Objectifs/ savoir-faire	Stratégies	Exemples
Idées claires de la tâche	Comprendre la tâche	Poser des questions (profs, copains)	« Pardon, je n'ai pas bien compris ce que vous attendez de nous, pouvez-vous réexpliquer s'il vous plaît ? »
		Voir un modèle	« Avez-vous un exemple, une question type ? »
	Connaître les échéances	Noter les dates limites	inscrire les dates sur un agenda, un graphique ou sur une feuille récapitulant les échéances.
	Connaître l'ensemble des objectifs	Noter sur un même support les objectifs et les échéances.	graphique ou autre outil visuel (mindmap)
Découper l'activité	Reconnaître les étapes permettant l'atteinte du but	Extraire le plan et l'écrire	dossier et cours : nombre de parties, étapes à réaliser, personne ou informations à trouver
Planifier dans le temps	sur le court terme (journée, semaine)	Relire et ranger cours de la journée Relire et préparer cours du lendemain	avoir un classeur organisé, utiliser des stylos de couleurs, cours sur papier, lecture en diagonale, s'arrêter sur le plan
		Fixer un moment de la journée	Soir, en rentrant du lycée, après le repas, juste avant de dormir, après le sport
	sur le moyen terme (mois)	Fixer des dates pour avancer dans les dossiers ou révisions	partie intro à finir pour telle date.
	sur le long terme (trimestre, année)	Fixer des horaires de travail perso dans l'emploi du temps, et les écrire !	regarder emploi du temps, marquer ces horaires
		Créer un planning de révisions par semaine	semaine du Au ... le lundi de 9h30 à 10h30 je révise ce cours. Pause de 5 minutes puis de 10h35 à 11h35 je révise ce cours.
Choisir et construire ses outils	agenda, graphique, planning, mindmap	voir exemple, préférer visuel global ou en ligne	
S'engager dans l'activité	Identifier les avantages et les inconvénients	écrire sur le court, le moyen, le long terme	Tableau
	se récompenser	se faire plaisir	carré de chocolat, sport, film, lecture, jeux vidéo
		s'accorder des pauses	relaxation, respiration, marcher

Séance 3 : Exécution/contrôle de l'apprentissage

- Qu'est-ce que contrôler son apprentissage ?

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

- M'arrive-t-il de m'interrompre dans mon travail pour m'interroger sur ma façon de faire ?

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

- Comment je contrôle le déroulement de mon apprentissage ?

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

- Comment pourrais-je faire autrement ?

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

- Jeu de rôle

La Conscience dicte un texte que l'Apprenant doit écrire. Pendant la dictée, la Conscience précise à l'apprenant les pensées nécessaires pour écrire correctement le texte (signifier qu'il y a du pluriel, une conjugaison particulière, un accord à écrire...).

- Entraînement perso

Entraîne-toi à t'arrêter au cours d'une activité d'apprentissage pour t'interroger sur les stratégies et processus que tu mets en place. Essaie d'observer si ton travail est efficace ou non.

Quelle(s) activité(s) as-tu choisi ?

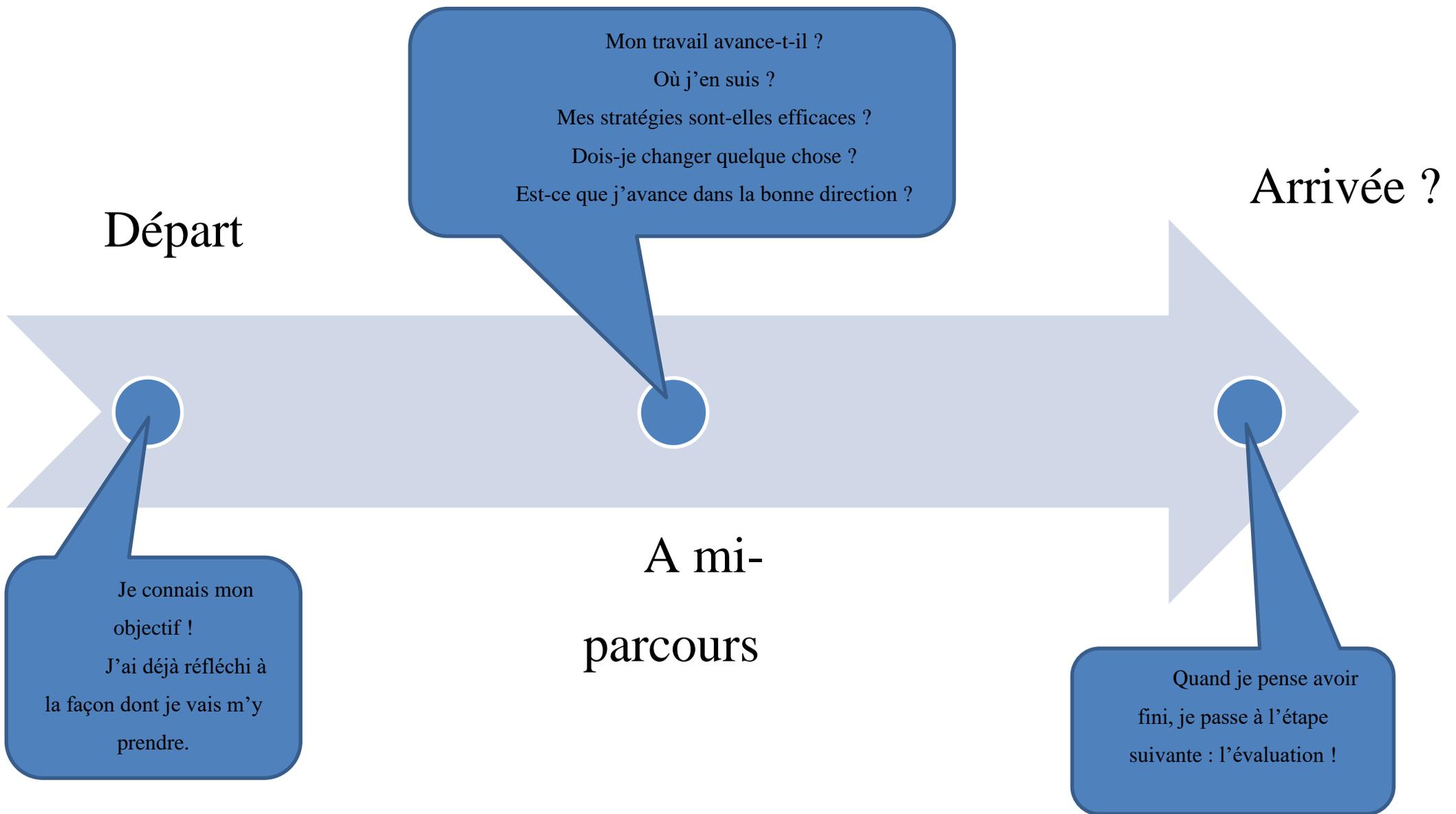
.....
.....
.....

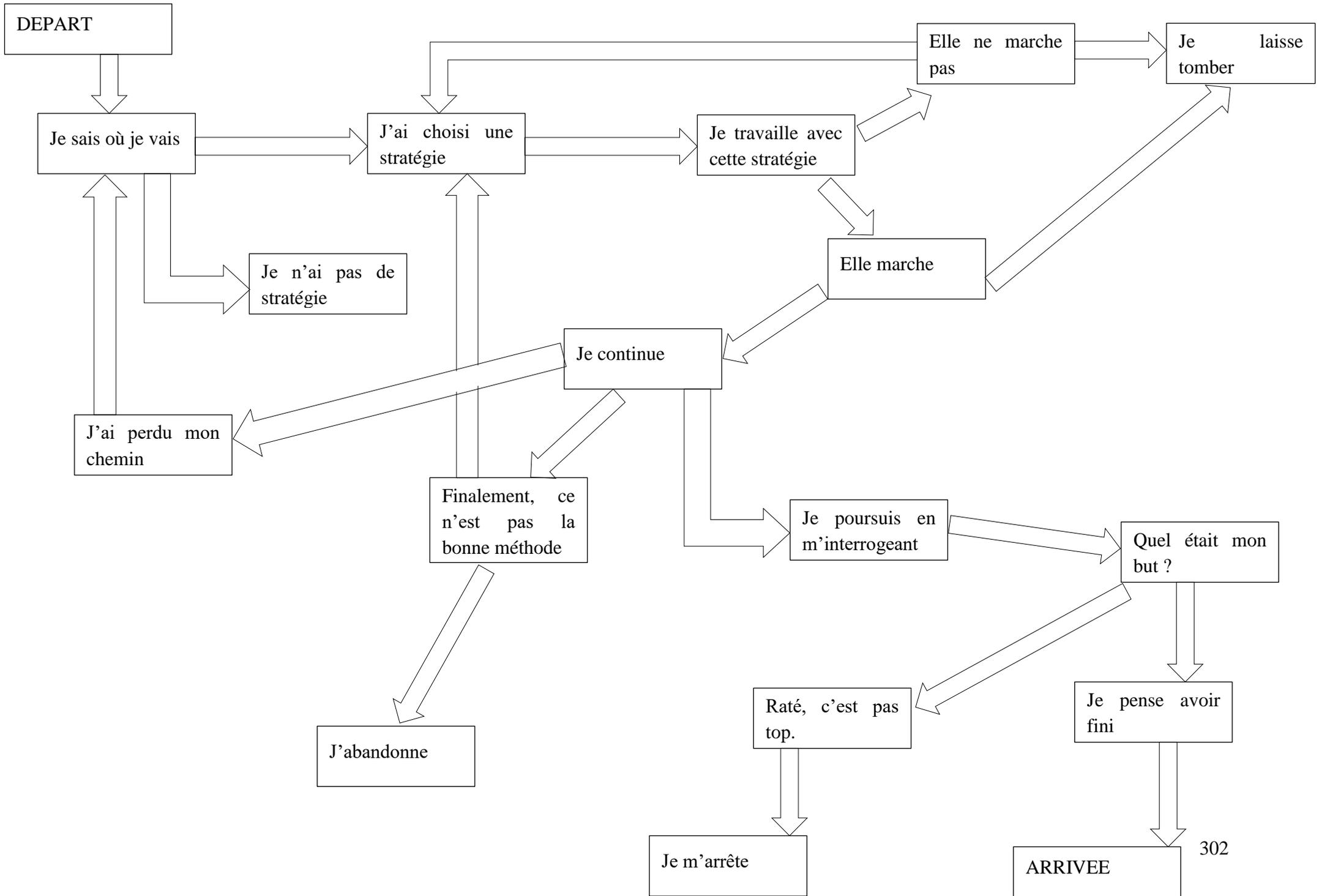
As-tu réussi à t'arrêter ? Quelles difficultés as-tu rencontrées ?

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

En quoi est-il facile ou difficile de s'observer pendant la réalisation d'un travail ?

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





Séance 4 : Autoévaluation des apprentissages

- S'autoévaluer, ça veut dire quoi ?

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

- Quand j'ai fini un travail, comment j'évalue ma production ?

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

- Cela me paraît-il facile ou difficile ? Pour quelles raisons ?

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

- Si je n'évalue pas mon travail, quelles en sont les raisons ?

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

- Comment pourrais-je faire autrement ?

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

- Jeu de rôle

L'Apprenant observe un travail accompli et essaie d'identifier les stratégies à modifier, supprimer ou ajouter dans une future activité. La Conscience aura pour but de l'inciter à utiliser des outils et à observer sous un autre angle ce travail.

- Entraînement perso

Au cours de la semaine, tu pourras récupérer un devoir sur table ou maison corrigé par un de tes enseignants. Tu essayeras de te souvenir de la manière dont tu avais préparé ce devoir pour ensuite identifier des stratégies à modifier dans le prochain devoir du même type.

Quel devoir as-tu choisi ?

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

Comment l'avais-tu préparé ?

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

Quelles stratégies avaient été efficaces ?

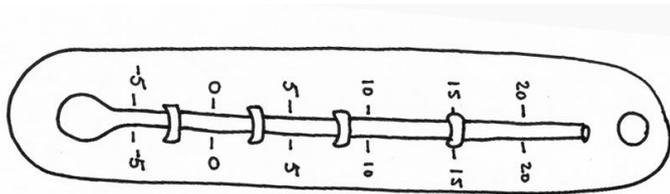
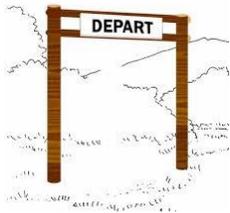
.....
.....
.....

Quelles stratégies pourrais-tu modifier pour améliorer ton apprentissage ?

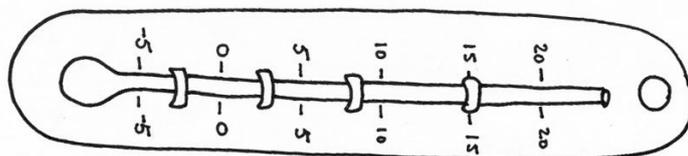
.....
.....
.....

Auto-évaluation

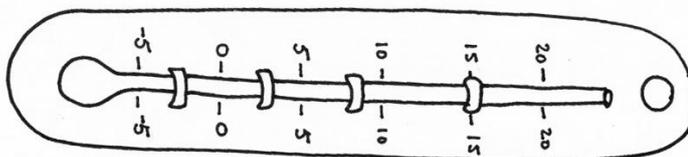
Réalisation



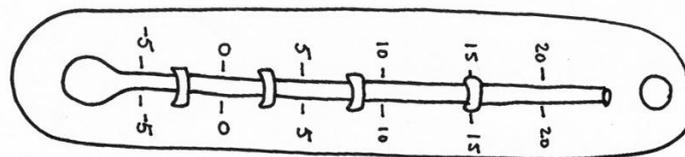
Satisfaction



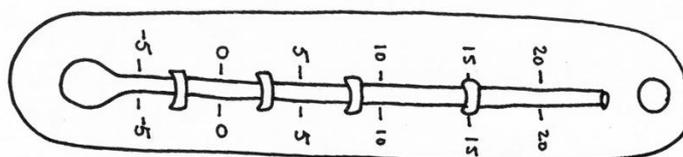
Efforts



Intérêt



Efficacité des stratégies



Séance 5 : Prise de décision

- Qu'est-ce que la prise de décision dans les apprentissages ?

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

- Est-ce qu'il m'arrive de prendre des décisions dans mes apprentissages et si oui, comment je fais ?

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

- En quoi la prise de décision est-elle différente selon qu'elle soit en début ou en fin d'apprentissage ?

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

- Comment je fais quand je n'arrive pas à démarrer mon travail ?

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

- Jeu de rôle

L'Apprenant doit réaliser un choix concret pour améliorer son apprentissage. Il sera aidé par la Conscience. A la fin d'un travail, l'Apprenant s'interroge sur les stratégies qu'il a utilisées et doit choisir de les modifier, de les abandonner ou de les conserver. Il peut également devoir se motiver à démarrer une tâche particulièrement ennuyeuse. La Conscience l'aide en lui apportant un regard métacognitif.

- Entraînement perso

Reprends le travail de la semaine dernière et choisis une stratégie à modifier pour un apprentissage ultérieur.

Quelles stratégies penses-tu modifier ? Quelles sont tes raisons ? Comment vas-tu t'y prendre ?

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

Quelles stratégies vas-tu supprimer ? Quelles sont tes raisons de le faire ?

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

J'AGIS OU J'AGIS PAS ?

Objet :

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
COURT TERME		
MOYEN TERME		
LONG TERME		

Séance 6 : Conclusion

- Qu'as-tu compris de l'apprentissage autorégulé ?

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

- Quelles évolutions as-tu observées dans ta façon d'apprendre ?

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

- Que t'ont apporté ces différentes séances ?

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

- Quelle séance t'a le plus éclairé pour tes apprentissages ?

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

- Comment penses-tu continuer à améliorer tes apprentissages ?

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

Annexe 13 : Livret d'accompagnement pour la formation à l'éco-citoyenneté.



SUIS-JE UN ECO-CITOYEN ?



INTRODUCTION

Tu vas participer à une recherche scientifique qui a pour but de mieux comprendre comment nous pouvons protéger notre planète et ses différents habitants. Dans ce cadre, tu devras participer à 6 séances lors desquelles nous discuterons tous ensemble des problèmes environnementaux, des enjeux liés à la protection de l'environnement ainsi que des solutions que nous pouvons mettre en place. Chaque séance abordera une thématique liée à l'éco-citoyenneté :

1. Introduction à l'éco-citoyenneté
2. Sensibilisation
3. Appropriation des enjeux
4. Son comportement
5. Prise d'initiative
6. Conclusion sur les séances

Entre deux séances, tu pourras t'entraîner à observer ton environnement et à mettre en place certaines actions éco-citoyennes. Ensuite, nous en discuterons tous ensemble.

Tu n'es évidemment pas obligé de participer à cette recherche mais si tu souhaites y participer tu devras t'y engager sérieusement.

Ce livret est individuel et te servira à prendre des notes au cours ou entre les séances. C'est à toi de te l'approprier en notant tes questions, tes réflexions ou tes idées.

Séance 1 : Introduction à l'éco-citoyenneté

- Qu'est-ce que c'est ?

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

- Selon moi, mes comportements ont-ils tendance à protéger ou à abîmer la planète ?

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

- Me semble-t-il difficile de protéger la planète ?

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

- Pause réflexion : comment je fais quand je souhaite respecter mon environnement ?

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

- Qu'est-ce que j'attends de cette intervention ?

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

- Jeu de rôle

Personnage : Le Citoyen et l'Eco-conscience.

Intrigue : En se promenant sur le web, le Citoyen est confronté au témoignage d'un adolescent ayant modifié certains de ses comportements afin de mieux protéger son environnement. Ce témoignage amène le Citoyen à s'interroger sur ses propres actions quotidiennes et à réfléchir à la protection planétaire. Il exprime son opinion à l'Eco-conscience qui l'écoute et l'aide à approfondir sa réflexion.

- Entraînement perso

Au cours de la semaine, essaye d'observer tes comportements quotidiens (douche, repas, déplacements, déchets...) pour identifier les gestes éco-citoyens que tu mets naturellement en place.

Qu' observes-tu ?

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

Quels comportements penses-tu mettre en place ?

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

Constates-tu des comportements adaptés à la protection de la planète ?

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

Séance 2 : Sensibilisation à l'éco-citoyenneté

- Les termes « biodiversité » et « climat » me parlent-ils ?

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

- Quelles sont les manifestations terrestres qui nous rappellent que la terre est active ?

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

- Que m'évoque ces manifestations ? Quelles émotions entraînent-elles chez moi ?

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

- Selon moi, quels sont les principaux enjeux de la protection de la planète ?

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

- Jeu de rôle

Le Citoyen est amené à classer des gestes, des produits ou des transports en fonction de leur nocivité pour l'environnement. L'Eco-conscience accompagnera le citoyen dans cette tâche en lui expliquant les raisons de ce classement.

- Entraînement perso

Essaye d'observer la nature (climat, biodiversité...) qui t'entoure, par exemple dans ton quartier, et essaye de porter de l'attention aux manifestations terrestres à travers le monde.

Quels animaux ou insectes de différentes espèces as-tu rencontrés ?

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

Actuellement, la planète montre-t-elle des signes de mouvements (éruptions volcaniques, tremblements de terre...) ? Si non, quels sont les signes passés dont tu te souviens ?

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

Séance 3 : Appropriation des enjeux

- Est-ce que je connais certaines solutions pour protéger l'environnement ?

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

- Me semble-t-il facile ou difficile d'agir pour l'environnement ?

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

- Comment pourrais-je diminuer mon impact sur l'environnement ?

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

- Quelles personnes autour de moi tentent de protéger l'environnement ? Comment s'y prennent-elles ?

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

- Jeu de rôle

Le Citoyen est placé dans une situation de la vie quotidienne ; il possède une fiche détaillée des comportements qu'ils effectuent au cours de la journée. Il décrit cette journée à l'Eco-conscience qui indique au Citoyen les comportements lui semblant favorables et non favorables à l'environnement. L'Eco-conscience peut aussi proposer des modifications qui influenceront le discours du Citoyen.

- Entraînement personnel

Au cours de la semaine, choisis une situation de ta vie quotidienne lors de laquelle tu essayeras d'imaginer des comportements favorables à la protection de l'environnement.

Quelle situation as-tu choisi ? Pour quelles raisons as-tu choisi cette situation ?

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

Dans cette situation, quel est ou quels sont tes comportements habituels ?

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

Quelles idées de comportements plus adaptés à la protection de la planète as-tu ?

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

Les comportements éco-citoyens possibles... mais pas uniques !

Situation	Comportements pro-environnementaux	Je pense pouvoir agir	Je ne pense pas pouvoir agir
Eau	Couper l'eau lorsque je me lave les mains/les dents ou fais la vaisselle.		
	Réutiliser l'eau du robinet non bue pour arroser les plantes, faire la vaisselle ou cuisiner		
	Prendre une douche au lieu d'un bain		
	Faire pipi sous la douche économise 4380 litres d'eau par personne en une année.		
Déchets	Refuser ou réutiliser les sacs plastiques		
	Utiliser des sacs en tissus ou des cabas.		
	Acheter en grandes quantités plutôt qu'en petite pour limiter le nombre d'emballage (riz, pâte, farine, cosmétique, savon...)		
	Eviter de jeter des déchets ou des cigarettes par terre.		
	Refuser les prospectus dans la rue et apposer une étiquette Stop Pub sur ma boîte aux lettres		
	Récupérer les déchets organiques pour faire du compost (en appartement, utilisation d'un lombricomposteur)		
	Jeter les déchets toxiques dans les décharges municipales.		
	Trier les déchets pour le recyclage		
Transports	Le vélo ou la marche à pied pour les courts trajets. Eviter de prendre le bus pour 1 ou 2 arrêts !		
Achats	Rentrée scolaire, attention aux gaspillages ! Je réutilise mon matériel.		
	Je ne change pas de smartphone « juste pour la mode », j'attends qu'il dysfonctionne		
Electricité	Pas de lumières inutiles		
	Nettoyer les ampoules		
	Eviter les abat-jours trop sombres qui occultent la lumière		
	Limiter les appareils portatifs, mon smartphone consomme plus qu'un réfrigérateur. Entre les deux, lequel est le plus utile ?		
	Limiter sa consommation des appareils électroniques pour limiter la nécessité de les recharger.		
	Je ne laisse pas mon téléphone ou mp3 charger toute la nuit. Ils n'ont pas besoin de 7h de charge.		
	Débrancher les appareils électroniques quand ils ne sont pas utilisés.		
Cosmétique	Je limite ma consommation en sélectionnant ceux qui sont vraiment nécessaires (sécheresse intense de la peau, par exemple)		
	Je n'utilise pas systématiquement de la mousse à raser (eau chaude + savon = rasage parfait)		
Nature	Je ne cueille pas toutes les jolies fleurs, surtout en montagne quand elles sont protégées		
	Si j'ai la chance de croiser un petit animal, je ne le touche pas car sa mère l'abandonnera		
	Je conserve mes déchets durant la balade.		
	Je reste sur les sentiers pour ne pas détruire la flore et la faune locale.		

STOP PUB

NON à la publicité

OUI à l'info des collectivités

offert par www.notre-planete.info



Séance 4 : Son comportement

- Que m'évoque le terme d' « empreinte écologique » ?

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

- Comment pourrais-je décrire mon comportement au regard de l'éco-citoyenneté ?

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

- Pour moi, quels sont les intérêts et les désavantages de protéger la planète ?

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

- Quels sont les conséquences de mes actes sur les autres ?

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

- Existe-t-il des comportements qui me semblent facile à adopter dans mon quotidien ?

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

- Jeu de rôle

Le Citoyen possède une « fiche écologique » qu'il présente à son Eco-conscience. Cette dernière cible les éléments les plus éco-citoyens et ceux qui pourraient être améliorés.

- Entraînement perso

Pendant la semaine, tu peux essayer de calculer ton empreinte écologique et ainsi tu pourras cibler certains de tes comportements les plus négatifs pour l'environnement. Tu pourras ensuite décider de modifier ou non ces comportements.

Combien de planètes devrions-nous occuper si tout le monde agissait comme toi ?

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

Quelles sont les situations où tu participes le plus à la protection de la planète ?

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

Quelles sont les situations où tu participes le moins à la protection de la planète ?

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

Comment pourrais-tu faire évoluer tes comportements ?

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

Mon empreinte écologique

Remplis le tableau en fonction de si tu effectues jamais, parfois ou toujours ces comportements. Puis, calcule le total de tes points et regarde le nombre de planètes que nous devrions occuper si nous agissions tous comme toi. Réponds honnêtement aux questions, ce n'est qu'un jeu ! Tu pourras modifier plus tard tes comportements.

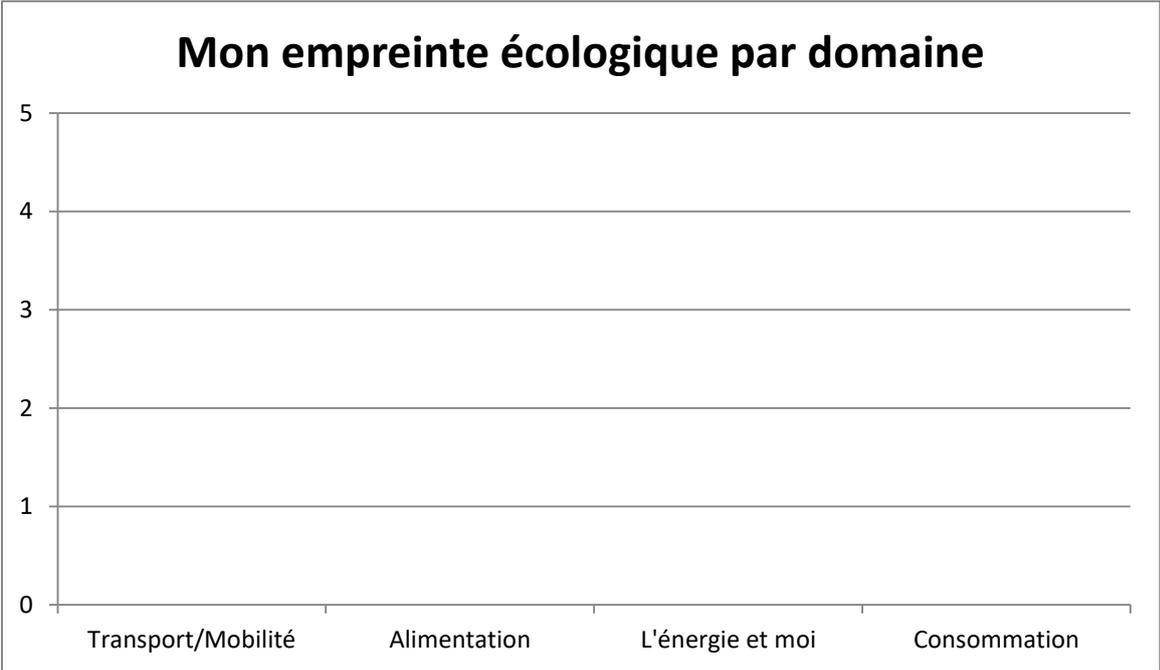
	Jamais (+1)	Parfois (0)	Toujours (-1)
Transports/mobilité			
Pour les courts trajets, je me déplace à pied ou à vélo.			
J'évite de prendre le bus ou le train pour 1 ou 2 arrêts.			
Quand ce n'est pas nécessaire, j'évite de prendre l'avion.			
Alimentation			
Je mange des produits de saison			
Ma consommation de viandes ou de poissons est inférieure à 6 produits par semaine.			
Je mange moins de 6 produits laitiers ou œufs par semaine.			
Je fais attention aux labels « bio » ou commerce équitable.			
Je ne jette pas la nourriture.			
L'énergie et moi			
J'utilise moins de 4 objets électroniques par jour (smartphone, tablette, console de jeu, ordinateur, télé...).			
J'éteins la lumière en sortant d'une pièce.			
Le temps nécessaire à ma douche est de 15 minutes maximum.			
Je coupe l'eau quand je me lave les mains.			
Consommation			
J'achète des habits uniquement quand j'en ai besoin.			
Je ne me laisse pas tenter par des aliments ou objets non utiles à mes besoins de bases.			
Je ne change pas mes objets électroniques pour rester à la mode.			
Lors de mes achats (vêtements, objets décoratifs) je suis attentif aux labels biologiques ou de développement durable.			
Totaux			

Score < 6 points : 

Score entre 6 et 11 points : 

Score > 11 points : 

Représentation graphique des dimensions de mon empreinte écologique :



Séance 5 : Prise d'initiative

- Quelle est ma motivation à participer à la protection environnementale ?

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

- Qu'est-ce que je gagne à protéger l'environnement ?

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

- Par quel comportement pourrais-je commencer à protéger l'environnement ?

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

- Jeu de rôle

Le Citoyen propose une liste de plusieurs comportements à adopter pouvant être facilement ou difficilement mis en place dans nos vies quotidiennes. L'Eco-conscience doit expliquer en quoi ces comportements sont facilement réalisables ou non.

- Entraînement perso

Durant la semaine, prends un temps pour réfléchir à un geste simple que tu pourras adopter facilement dans ta vie quotidienne. Tu essayeras ensuite de maintenir ce geste durant les deux prochaines semaines.

Quel geste as-tu choisi et pour quelles raisons ?

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

Ce geste te semble-t-il facile à mettre en place ?

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

Dans quelles situations de ta vie quotidienne pourras-tu avoir ce geste ?

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

Intérêts et désavantages de la protection planétaire

- Près de chez moi :

	Intérêts		Désavantages	
	Pour moi	Pour les autres êtres vivants	Pour moi	Pour les autres êtres vivants
Court terme (2 prochaines années)				
Moyen terme (20 prochaines années)				
Long terme (Futures générations)				

- Dans d'autres endroits :

	Intérêts		Désavantages	
	Pour moi	Pour les autres êtres vivants	Pour moi	Pour les autres êtres vivants
Court terme (2 prochaines années)				
Moyen terme (20 prochaines années)				
Long terme (Futures générations)				

Séance 6 : Conclusion

- Qu'as-tu compris de l'éco-citoyenneté ?

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

- As-tu observé une évolution dans ta façon d'agir pour l'environnement ?

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

- Que t'ont apporté ces différentes séances ?

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

- Quelle séance t'as le plus éclairé pour la protection environnementale ?

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

- Comment penses-tu continuer à protéger l'environnement ?

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

Annexe 14 : Activités et jeux de rôle proposés lors de la formation à l'apprentissage autorégulé et à l'éco-citoyenneté.

Jeu de rôle séance 1 : Introduction à l'apprentissage autorégulé

L'Apprenant se concentre sur un texte à comprendre et à apprendre. Dans le même temps, la Conscience apporte un regard critique à l'Apprenant en identifiant les stratégies mises en place par ce dernier. Elle peut également lui suggérer d'autres stratégies.

Imagine que tu dois comprendre et apprendre le texte ci-dessous, comment fais-tu ?

La romanisation de la Gaule (www.kartable.fr)

La conquête de la Gaule chevelue (la Gaule narbonnaise appartient déjà à Rome) est réalisée par Jules César avec la bataille d'Alésia en 52 avant J.-C. En Gaule, comme dans les autres provinces de l'Empire, un phénomène d'acculturation (interpénétration de deux cultures) se produit. Le modèle romain pénètre la Gaule par la création de colonies et de municipes. Les élites locales parlent progressivement le latin et adoptent le mode de vie des Romains. Les villes gauloises sont influencées par le modèle de Rome. A Lyon (capitales des Gaules), Arles et dans d'autres villes, des monuments romains comme des théâtres, des thermes, des arènes sont construits sur le modèle de Rome. Un syncrétisme religieux se développe, le culte des dieux romains s'installe mais les religions locales ne disparaissent pas. Cependant, ce phénomène d'assimilation de la culture romaine est limité, une grande partie du peuple gaulois n'est que très peu touché par la romanisation et les préjugés des Romains à l'égard de la civilisation gallo-romaine persistent.

Questions pouvant être posée par la Conscience :

- A quelle époque ce texte se réfère-t-il ?
- Est-ce que je comprends bien tous les mots ?
- Certains mots sont-ils difficiles à écrire ?
- Quelles questions pourrait-on me poser sur ce texte ?

Jeu de rôle séance 1 : Introduction à l'éco-citoyenneté

En se promenant sur le web, le Citoyen est confronté au témoignage d'un adolescent ayant modifié certains de ses comportements afin de mieux protéger son environnement. Ce témoignage amène le Citoyen à s'interroger sur ses propres actions quotidiennes et à réfléchir à la protection planétaire. Il exprime son opinion à l'Eco-conscience qui l'écoute et l'aide à approfondir sa réflexion.

Témoignage de Nattefrost, 15 ans, Picardie (www.mtaterre.fr) :

« A force d'être sensibilisé par les médias, les films (comme Une vérité qui dérange d'Al Gore), j'ai légèrement modifié certaines de mes habitudes de vie quotidienne. Je privilégie les transports en commun pour aller au lycée ou pour descendre en centre-ville. Je mets l'ordinateur en veille lorsque nous n'en avons pas besoin pendant certaines périodes de la journée. J'éteins les veilleuses des appareils que je n'utilise pas pendant plusieurs jours. Je limite le temps de la douche, je ne prends plus de bains et j'éteins l'eau lorsque que je me brosse les dents. Je trie les déchets plastiques et verres. Je privilégie la nourriture "bio" pour ma santé ainsi que pour ne pas supporter le déversement de pesticides qui polluent la Terre et nous empoisonnent ; et pour respecter les animaux. »

Questions pouvant être posées par l'Eco-conscience :

- Est-ce que moi aussi, j'adopte certains de ces comportements ?
- Pour moi, certains gestes me paraissent-ils hors de portée ?
- Des personnes autour de moi agissent-elles ainsi ?

Jeu de rôle séance 2 : anticipation des apprentissages

L'Apprenant doit préparer son prochain contrôle de mathématiques. Pour ce faire, il possède toutes les informations requises à son apprentissage mais doit planifier ses révisions en prenant en compte l'ensemble des informations présentées ci-dessous. La Conscience accompagne l'Apprenant dans cette démarche de planification. Elle peut l'aider à axer son apprentissage sur certains points particuliers, à organiser ses temps de révisions, ainsi qu'à utiliser certains outils.

Date du jour : 01/02/2016

Date du contrôle : 08/02/2016

Chapitre : Statistiques descriptives

Plan du cours et notions à connaître

- Vocabulaire et représentation graphique
- Caractéristiques de positions : moyenne, médiane, quartiles
- Caractéristiques de dispersions : étendue et écart-interquartile

Exercices réalisés en classe ou à la maison et corrigés en classe :

Calculer une moyenne et une médiane : 5, 8 et 12 p36 et 37

Représentation graphique d'un ensemble de données : 3 et 4 p36

Mesure d'une étendue : 7 p36 et 15 p37

Exercices non réalisés en classe mais pouvant servir d'entraînement :

Calculer une moyenne et une médiane : 6 et 11 p36-37

Représentation graphique d'un ensemble de données : 1 et 2 p36

Mesure d'une étendue : 16 et 17 p37

Durant les vacances de Noël, un devoir maison similaire au contrôle a été réalisé et rendu à la rentrée. La correction de l'enseignant a été donnée.

Question pouvant être posée par la Conscience :

A ton avis, tu as besoin de combien de temps pour préparer ce contrôle ?

Tu as besoin de combien de temps pour réviser chaque partie ?

Quelles sont les notions que tu penses avoir le mieux comprises ? le moins bien comprises ?

Quels exercices avais-tu ratés ?

Comment s'était passé le devoir maison ?

Jeu de rôle séance 2 : Sensibilisation à l'éco-citoyenneté

Le Citoyen est amené à classer des gestes, des produits ou des transports en fonction de leur nocivité pour l'environnement. L'Eco-conscience accompagnera le citoyen dans cette tâche en lui expliquant les raisons de ce classement.



Jeu de rôle séance 3 : Exécution et contrôle de l'apprentissage

La Conscience dicte un texte que l'Apprenant doit écrire. Dans un premier temps, le texte est dicté sans l'aide de la Conscience. Puis, la Conscience dicte de nouveau ce texte en verbalisant les processus de pensée pouvant être effectués. Elle donne ainsi des indices sur les accords, la conjugaison et l'orthographe de certains mots. Elle peut également poser des questions. L'Apprenant peut également verbaliser les pensées et les questions apparaissant dans son esprit.

La Conscience lit le texte une première fois sans que l'Apprenant écrive. Puis, lors de la dictée, l'Apprenant peut verbaliser ce qu'il pense et les questions qu'il se pose :

L'instant est solennel ; la porte extérieure tourne lentement sur ses gonds. Quel spectacle hallucinant ! Comment vous le décrire... C'est un paysage de cauchemar, un paysage de mort, effrayant de désolation. Pas un arbre, pas une fleur, pas un brin d'herbe, pas un oiseau, pas un bruit, pas un nuage... Dans le ciel d'un noir d'encre, il y a des milliers d'étoiles immobiles et glacées, sans ce scintillement qui de la terre nous les fait paraître si vivantes.

Les aventures de Tintin : On a marché sur la lune (Hergé)

Ensuite, la Conscience dicte de nouveau le texte mais en attirant l'attention de l'Apprenant sur les difficultés de la dictée :

L'instant est solennel (ah mince, le « a » de solennel s'écrit avec un « a » ou un « e » ?) ; la porte extérieure tourne lentement sur ses gonds (je dois écrire « ces », « c » « e » « s » ou « ses », « s » « e » « s » ? et je n'oublie pas de mettre le « s » pour le pluriel à la fin de gonds). Quel spectacle hallucinant (hallucinant prend un « h » au début)! Comment vous le décrire... C'est un paysage de cauchemar, un paysage de mort, effrayant de désolation. Pas un arbre, pas une fleur, pas un brin d'herbe, pas un oiseau, pas un bruit, pas un nuage... (Tout est au singulier). Dans le ciel d'un noir d'encre, il y a des milliers d'étoiles immobiles et glacées (attention je dois tout accorder au féminin et au pluriel), sans ce scintillement qui de la terre nous les fait paraître si vivantes (vivantes avec un « s » à la fin car ce sont les étoiles dont on parle).

Les aventures de Tintin : On a marché sur la lune (Hergé)

Jeu de rôle séance 3 : Appropriation des enjeux

Le Citoyen est placé dans une situation de la vie quotidienne ; il possède une fiche détaillée des comportements qu'il effectue au cours de la journée. Il décrit cette journée à l'Eco-conscience qui indique au Citoyen les comportements lui semblant favorables et non favorables à l'environnement. L'Eco-conscience peut aussi proposer des modifications qui influenceront le discours du Citoyen.

7h20 : Bip, bip : C'est mon réveil à eau qui me réveille... Ah, c'est dur le matin !

7h32 : Je sors de la chambre. Dans le couloir, je me rends compte que j'ai oublié d'éteindre la lumière. Tant pis, je le ferai tout à l'heure...

7h33 : Petit déj : je bois mon café préparé dans une cafetière Italienne, what else ? Pas de dosettes et autres capsules chez nous, non mais !

7h34 : Je me prépare un ananas. Il y a une étiquette collée dessus : « importé de Côte d'Ivoire ».

7h46 : Au moment où je m'apprête à mettre le marc de café dans le bac à compost, ma sœur m'arrête : « Laisse-le moi, je le garde comme gommage pour le corps ! » Les filles, c'est bizarre...

7h55 : Je me douche rapidement. Of course...

8h07 : Comme je suis encore une fois en retard pour prendre le bus, ma mère m'accompagne en voiture. Embouteillages... On se fait doubler par le vélo de Thomas. J'arrive en retard...

10h30 : A la récré, je parle à Chloé de mes prochaines vacances en Indonésie et du super week-end à New-York que j'ai fait l'année dernière. Elle me parle d'empreinte écologique. C'est quoi ce truc, encore ?

13h : Pause clope. Même si j'ai pris cette mauvaise habitude de fumer, je fais attention à jeter mon mégot dans les cendriers.

17h45 : Pendant que Chloé raccompagne Thomas, j'attends mon père. Il m'appelle pour me dire qu'il est encore coincé dans les embouteillages ! Il est où mon vélo, au fait ? Dans le garage ou à la cave ?

Jeu de rôle séance 4 : Autoévaluation des apprentissages

L'Apprenant observe un travail accompli et essaye d'identifier les stratégies à modifier, supprimer ou ajouter dans une future activité. La Conscience aura pour but de l'inciter à utiliser des outils et à observer sous un autre angle ce travail.

Aujourd'hui ton professeur d'histoire/géographie t'a rendu le contrôle effectué la semaine dernière. De retour chez toi, tu t'installes au calme pour essayer de comprendre ce qui a bien fonctionné et ce qui a moins bien fonctionné. Tu essayes de repenser à la façon dont tu as appris et réalisé cette évaluation afin de pouvoir adapter tes stratégies d'apprentissage.

Phase d'anticipation : Je me souviens qu'avant d'apprendre, j'avais vraiment envie de réussir ce contrôle. Quand le prof nous a annoncé cette évaluation, je me suis dit que je voulais avoir au minimum deux points de plus par rapport au contrôle d'avant. Cette fois, je souhaitais m'y prendre à l'avance pour apprendre, mais je n'ai pas vraiment réussi. J'ai commencé à réviser la veille... Cependant, j'y pensais de temps en temps ; j'essayais de me souvenir le contenu du cours même si j'étais en train de faire autre chose (sport par exemple).

Phase d'exécution : Quand j'ai commencé à apprendre, je me suis aperçu que je ne savais pas comment m'y prendre et qu'il ne me restait pas beaucoup de temps... J'aurai du y réfléchir avant de me lancer. Finalement, j'ai commencé par lire le cours. Il y avait certains passages pas très clairs mais j'ai eu la flemme de chercher à les comprendre et puis, je n'avais pas le temps de m'y attarder. Après avoir lu la leçon, je l'ai relue une seconde fois. Puis, j'ai fermé mon cahier et j'ai essayé de me la réciter. C'était un peu dur mais j'ai réussi à dire pas mal de choses.

Phase d'auto-évaluation : Après avoir récité mon cours, j'ai considéré que j'avais assez appris car j'avais pu redonner la plupart des informations. Néanmoins, je me suis dit que je devrais commencer à réviser plus tôt la prochaine fois pour avoir plus de temps pour comprendre les parties difficiles du cours.

Pendant le contrôle : Je ne me suis pas senti très bien, je n'étais pas assez sûr de mes connaissances. C'est comme si elles avaient disparu. En plus, j'ai réalisé qu'il y avait plusieurs mots ou noms de personnages historiques que je ne savais pas écrire.

Jeu de rôle séance 4 : Evaluation de son comportement

Le Citoyen possède sa « fiche écologique » qu'il présente à son Eco-conscience. Cette dernière cible les comportements les plus éco-citoyens et les comportements pouvant être améliorés. Le Citoyen et l'Eco-conscience discutent de ces comportements et des solutions envisageables.

Nourriture : Assez gourmand(e), j'aime manger des bonbons possédant plein de couleurs différentes et ayant un goût acidulé. Parfois, en sortant du lycée, je vais m'acheter un paquet de gâteaux dans lequel il y a des sous-paquets. De cette façon, je peux aussi amener des gâteaux au lycée le lendemain. A la maison, nous mangeons souvent des légumes de saison car ils sont moins chers et parfois, nous achetons de la nourriture biologique.

Transport : J'aime beaucoup marcher à pied, donc j'en profite quand je ne dois pas me rendre trop loin ! Le week-end, je fais souvent des balades à vélo, surtout au printemps et l'été. Mais j'ai plus de mal à sortir mon vélo pour aller au lycée et comme je n'aime pas le bus, mes parents me déposent en allant au travail.

Consommation : Le week-end, si je ne fais pas de vélo, je vais faire les magasins et j'essaye de trouver de nouveaux vêtements, pour changer de ceux que je possède déjà. Parfois, je vais aussi regarder les nouveaux téléphones mais comme le mien est en bon état, j'attends encore avant de le changer.

Energie : Après les cours, je joue sur ma console pour me reposer. Ensuite, je mets le jeu en pause durant le temps où je fais mes devoirs. Avant de me coucher, je débranche mon téléphone pour ne pas qu'il consomme de l'électricité toute la nuit. Quand je me lave les mains, j'essaye de couper l'eau mais c'est difficile, j'oublie souvent ! Par contre, j'évite de prendre des douches trop longues, même si c'est très tentant !

Jeu de rôle séance 5 : Prise de décision

Il est 17h, vous venez de rentrer chez vous. Demain, vous devez rendre une rédaction à votre professeur de français. Pour différentes raisons, vous avez quelques difficultés à vous y mettre. Avec votre Conscience, vous décidez d'écrire les avantages et les inconvénients que vous rencontrerez si vous réalisez cette rédaction.

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
COURT TERME		
MOYEN TERME		
LONG TERME		

Jeu de rôle séance 5 : Prise d'initiative

Vous souhaitez améliorer votre qualité d'éco-citoyen. Pour ce faire, vous allez créer avec votre Eco-conscience, une liste de comportements favorables à l'environnement. Ces comportements seront ensuite classés selon qu'ils sont facilement ou difficilement réalisables sur le court, le moyen et le long terme.

	FACILEMENT REALISABLE	DIFFICILEMENT REALISABLE
COURT TERME		
MOYEN TERME		
LONG TERME		

Séance de conclusion : temps d'introspection et d'évaluation des ateliers

1) Qu'ai-je pensé des séances ? (M'ont elles plu ou non ? Pour quelles raisons ? Qu'est-ce que j'ai appris ?...)

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

2) Que m'ont apporté ces différentes séances ?

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

3) Quelle est la séance qui m'a le plus éclairé dans mes apprentissages ?

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

4) L'apprentissage autorégulé, c'est quoi pour moi ?

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

5) Pour moi, que signifie l'anticipation des apprentissages ?

.....
.....

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

6) Comment puis-je contrôler mon apprentissage ?

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

7) Comment puis-je expliquer la capacité d'introspection et l'autoévaluation des apprentissages ?

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

8) Quelles évolutions ai-je observées dans ma façon d'apprendre ?

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

9) Comment je pense continuer à améliorer mes apprentissages ?

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

10) Quelles remarques ou critiques puis-je donner sur les différentes séances ? Quels seraient les points à améliorer ?

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

Séance de conclusion : temps d'introspection et d'évaluation des ateliers

1) Qu'ai-je pensé des séances ? (M'ont elles plu ou non ? Pour quelles raisons ? Qu'est-ce que j'ai appris ?...)

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

2) Que m'ont apporté ces différentes séances ?

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

3) Quelle est la séance qui m'a le plus éclairé dans ma réflexion sur l'éco-citoyenneté ?

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

4) L'éco-citoyenneté, c'est quoi pour moi ?

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

5) Pour moi, que signifie « être éco-citoyen » ?

.....
.....

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

6) Quelle est ou quelles sont mes motivations à protéger l'environnement ?

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

7) Comment puis-je expliquer ce qu'est l'empreinte écologique ?

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

8) Quelles évolutions ai-je observées dans ma façon de penser et de protéger l'environnement ?

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

9) Comment je pense continuer à améliorer mon comportement éco-citoyen ?

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

10) Quelles remarques ou critiques puis-je donner sur les différentes séances ? Quels seraient les points à améliorer ?

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

Annexe 15 : Effets principaux trouvés lors de l'étude de l'évolution des lycéens.

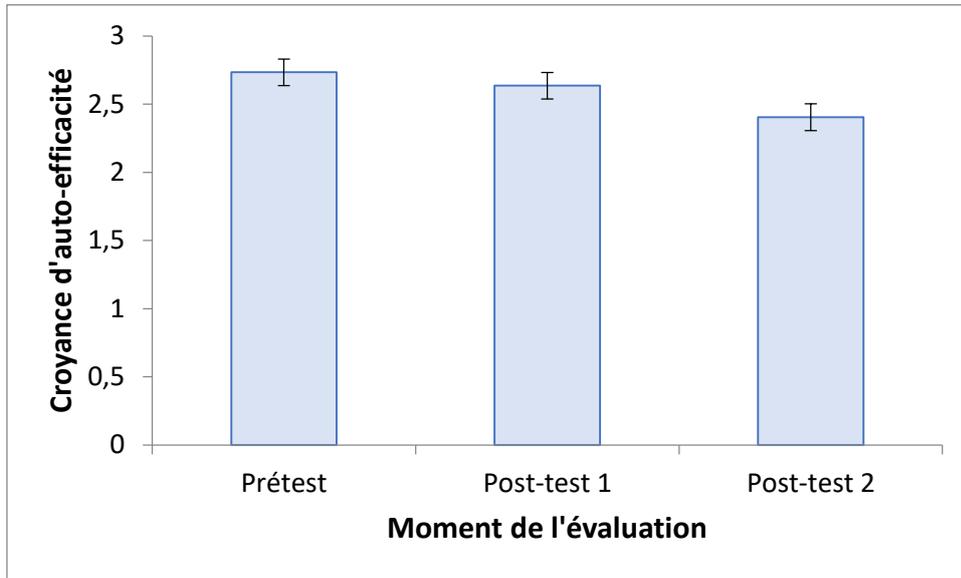


Figure 54. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension croyance d'auto-efficacité, $F(2,40) = 2,92, p < .01, \eta^2 = .22$.

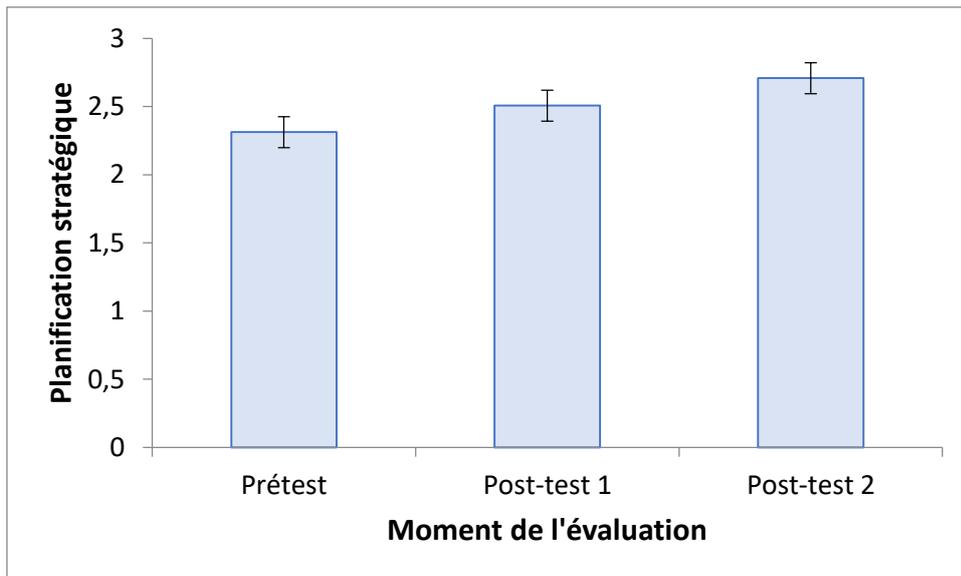


Figure 55. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Planification stratégique », $F(2,40) = 4,42, p < .05, \eta^2 = .18$.

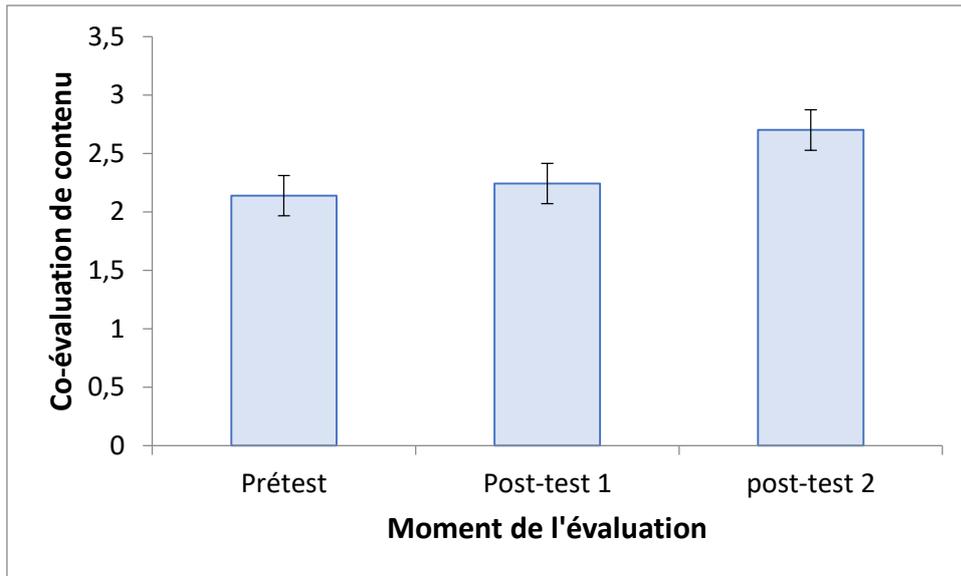


Figure 56. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Co-évaluation de contenu », $F(2,40) = 5,59, p < .01, \eta^2 = .22$.

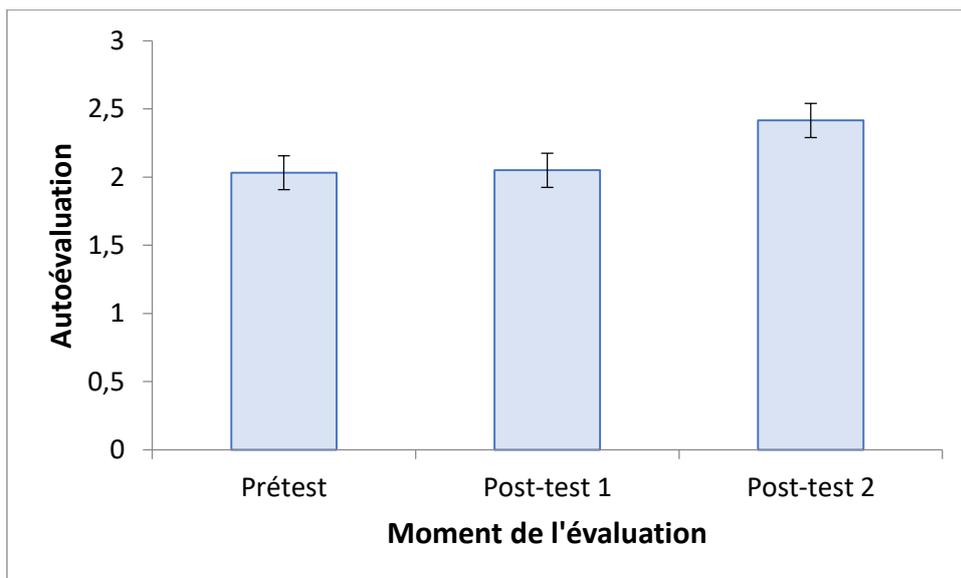


Figure 57. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Auto-évaluation » (IEM), $F(2,40) = 4,99, p < .05, \eta^2 = .20$.

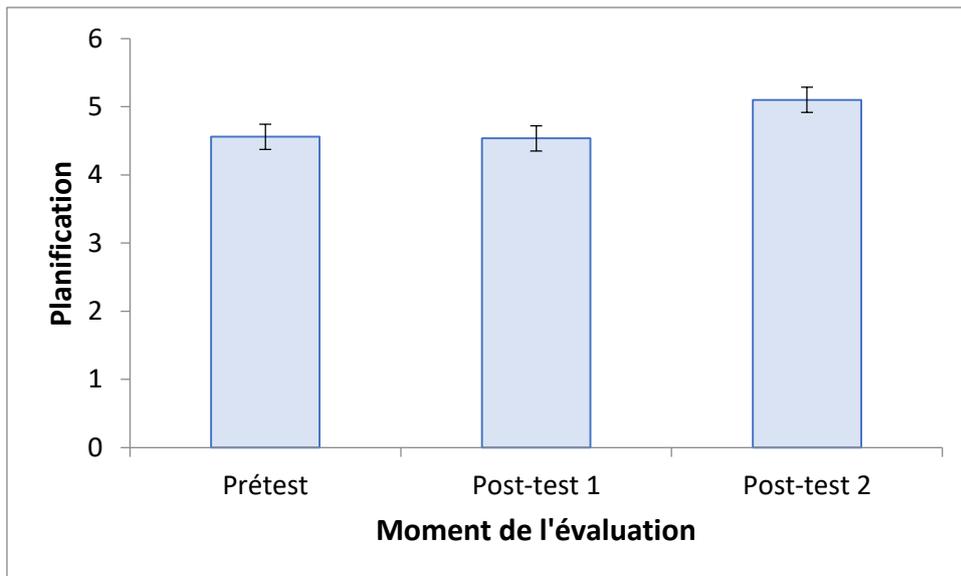


Figure 58. Effet principal du moment de l'évaluation sur la dimension « Planification », $F(2,40) = 4,19, p < .05, \eta^2 = .18$.

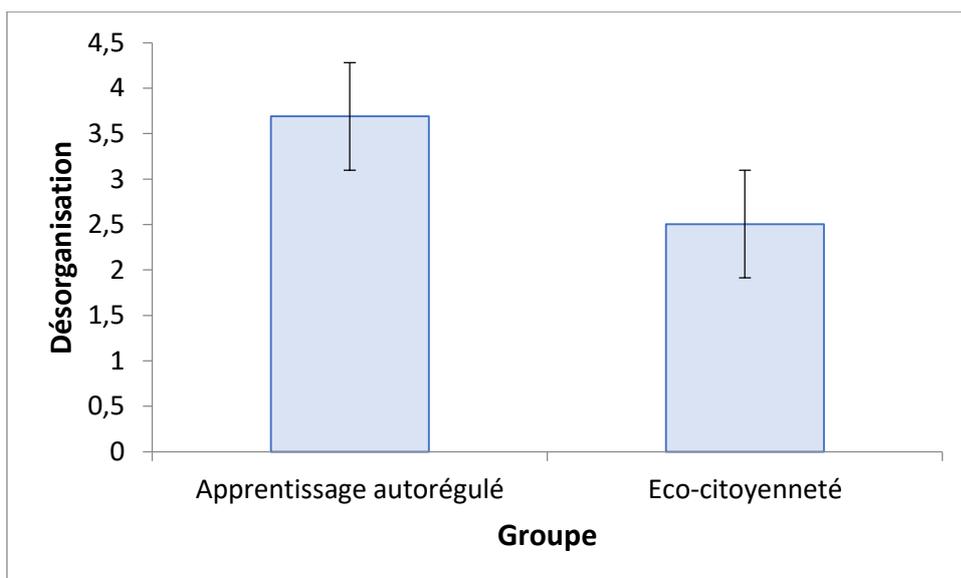


Figure 59. Effet principal du groupe sur la dimension « Désorganisation », $F(1,19) = 5,63, p < .05, \eta^2 = .23$.

Annexe 16 : Verbalisations des lycéens lors du deuxième post-test sur l'utilité de la formation reçue.

Précisions : Les propos des lycéens n'ont pas été modifiés, l'orthographe et la syntaxe ne sont donc pas corrigées. Chaque ligne représente un lycéen.

Tableau 28. Données qualitatives, recueillies lors du deuxième post-test, sur l'utilité de la formation à l'apprentissage autorégulé.

En quoi cet atelier vous a-t-il servi ?	Avez-vous la sensation que ces ateliers vous sont utiles actuellement dans vos études ou votre travail ?
« Cet atelier m'a permis de remettre en question ma méthode d'apprentissage et aussi de l'adapter pour la rendre plus efficace durant les études. Et aussi de mieux organiser mon bureau. »	« Je trouve que c'est très important de remettre en question ça méthode de travail pour pouvoir toujours mieux l'améliorer. Et cette atelier m'a permis de remettre en question cette méthode. »
« Cet atelier m'a servi a rien »	« Non ils ne me sont pas utiles »
« Sur le cours terme, cet atelier m'a beaucoup motivé et en intégrant les astuces et techniques découvertes j'ai vus de réels progrès dans ma façon d'apprendre et dans mes résultats. Mais j'ai délaissé ces techniques et les ais un peu oublié sur mes années de 1ere et terminale »	« Oui, ma moyenne du dernier trimestre de 2nd était très satisfaisante. Je pense que cet atelier m'a motivé et persuadé que j'étais capable d'apprendre »
« Il a remis en question m'a facon de penser mais je ne m'y suis pas trop attardée »	« Non parce que cela était trop loin de maintenant. Ils m'auraient d'avantage servis en vu de l'approche du bac de terminal »
« Savoir etre plus serieux lors de l apprentissage »	« Oui car je sais ce qui est profitable a mon apprentissage »
« A découvrir qu'il y avait plusieurs facon d'apprendre des sujets quels	« Peut être, je change toujours de méthode en fonction du cours : vidéos

<p>qu'ils soient »</p>	<p>de vulgarisation & manipulation chez moi pour les sciences. Carte mentale pour tous ce qui est culture générales ou langues »</p>
<p>« Il m'a permis d'apprendre de nouvelles façons d'apprendre ou du moins de mettre un nom et une méthode plus claire sur ce que je pouvais faire instinctivement. Cela m'a donc permis d'approfondir dans les méthodes qui sont pour moi les plus "naturelles", de les améliorer et donc d'améliorer ma capacité d'apprentissage. Mes cartes mentales sont plus claires et concises qu'auparavant.</p> <p>En revanche je n'ai pas vu de changement quant à ma motivation pour me mettre à travailler. Il m'arrive toujours de faire des programmes mais de ne pas les tenir par procrastination. De même je ne m'isole pas des différentes sources de distractions possibles, en revanche je veille à avoir tout ce qui peut m'être utile sous la main (accès internet, livres, revues etc...). J'ai aussi appris l'importance des poses durant la phase d'apprentissage: je me suis rendue qu'au bout de 2h, mon cerveau "mouline dans le vide", et qu'une pause de 15/20 minutes permet de se remettre dedans avec plus d'efficacité. De même après 5 heures de travail le mieux est de laisser la matière de côté et de recommencer plusieurs heures plus tard, voir le lendemain. D'où l'intérêt de savoir planifier l'apprentissage. Enfin une des sources de motivation qui reste importante pour moi reste la comparaison avec mes camarades de</p>	<p>« Actuellement en école d'ostéopathie animale où la majorité de mon cursus consiste en un apprentissage par cœur de l'anatomie (os et détails de chacun, muscles avec position précise et fonction, vascularisation du corps et innervation...), cet atelier m'a permis d'apprendre à m'organiser pour mon apprentissage et je sais maintenant combien de temps il me faudra pour apprendre une région du corps d'un animal et optimiser mon temps de travail. Je veille à noter l'avancement de mon travail (durant la durée de l'apprentissage, je ne conserve pas forcément de traces longtemps après l'apprentissage et l'examen passé). Enfin, cet atelier m'a aussi appris à utiliser le principe d'objectif d'apprentissage dont je me sers toujours aujourd'hui, pour organiser mon travail, d'améliorer mes cartes mentales, de savoir faire des pauses dans mon travail et de savoir planifier (notamment pour pouvoir faire des pauses). Je pense que de manière générale mon apprentissage est plus construit et est donc plus sur le long terme que simplement à court terme pour ne pas sécher sur la copie le jour de l'exam! »</p>

classe. »	
« Sur le court terme, je pense que cet atelier m'a motivé et donné confiance en moi. J'avais l'impression qu'il m'était réellement possible de progresser dans ma façon d'apprendre. »	« Cet atelier m'a permis d'aborder l'apprentissage d'une nouvelle façon. Néanmoins je n'en ressens plus l'impact sur mes études »
« Cette atelier ma permis de voir différents moyen d'apprendre et de savoir lequel me correspond le mieux pour améliorer mes résultats »	« Oui cela m'apporte car j'ai changer ma méthode de travail »
« Cet atelier m'a donné quelles astuces d'apprentissage »	« Un peu. Je continue d'utiliser les méthodes données pour visualiser les avancements dans mes apprentissages. Cependant, avoir la motivation pour commencer à étudier et rester attentive reste compliqué. »
« Je ne me souviens pas y avoir trouvé une quelconque utilité. »	« Je ne crois pas. »
« A mieux comprendre le fonctionnement du cerveau humain. »	« Je suis désolée, je ne me souviens que très peu de ce que l'on avait appris. »
« je ne sais pas. »	« Désolé mais ces ateliers n'ont eux aucun impacts sur mes études n'y dans ma façon de travailler. »

Tableau 29. Données qualitatives, recueillies lors du deuxième post-test, sur l'utilité de la formation à éco-citoyenneté.

En quoi cet atelier vous a-t-il servi ?	Avez-vous la sensation que ces ateliers vous sont utiles actuellement dans vos études ou votre travail ?
« Cet atelier m'a permis d'adopter quelques habitudes pour respecter mieux l'environnement (débrancher le chargeur la nuit, utiliser le moins	« Cet atelier ne me semble pas utile dans mes études mais plutôt dans mon mode de vie »

d'eau possible...) »	
« Cet atelier m'a servi à mieux comprendre ce qu'est le développement durable et comment je peux contribuer à préserver la planète. J'ai compris que même en étant mineure, j'ai un impact et un rôle important, que chacun de mes gestes éco-citoyens compte. »	« Je n'ai pas remarqué de changement particulier suite aux ateliers, sur ma méthode d'apprentissage. »
« Je crois que cette atelier m'a sensibilisé d'une part à l'impact que l'on a sur l'environnement mais aussi j'ai réalisé que l'apprentissage était plutôt facile à rendre efficace, en adaptant mes méthodes ou rebondir sur un échec. »	« J'ai appris avec cet atelier qu'il existait des méthodes d'imagerie ou de logique pour apprendre, qui sont faciles à mettre en place. Je pense avoir modifié ma façon d'apprendre ces dernières années, comme pas exemple en sélectionnant les données importantes et en comprenant les méthodes de résolution. »
« Cet apprentissage m'a servi à prendre conscience de tous les facteurs que l'on pouvait changer pour la protection de l'environnement que ce soit du point de vue industriel ou individuel »	« J'ai changé mes méthodes de travail depuis la seconde mais je ne sais pas si c'est grâce à ces ateliers, je pense plutôt que c'est avec la maturité »
« Parfois, je repense aux solutions trouvées avec les groupes de réflexion »	« Pas vraiment, même si je repense parfois aux tests de mémorisations que nous avons effectués. »
« Oui, je jette moins mes megots par terre et je reste moins longtemps sous la douche (voilà, c'est tout) »	« Non »
« A apprendre des gestes éco-responsables. »	« Pas trop pour le moment. »
« A prendre conscience encore plus des petits gestes du quotidiens que l'on peut changer »	« Non pas vraiment »
« a me rendre compte de mon impact sur l'environnement »	« non »

<p>« On a d'abord appris énormément sur ce qu'était l'éco-citoyenneté puis avons fini par conclure en fin de seconde que nos apprentissages avaient impactés nos résultats et donc nos choix de réponses. Je me souviens que les élèves ayant participé à l'atelier sur l'apprentissage autorégulé ont vu leurs résultats changer en un sens qui laissait supposer une certaine prise de conscience de soi-même tandis que les élèves n'ayant pas suivi d'apprentissage n'avaient pas été énormément impacté dans leurs résultats alors que les élèves ayant participé à l'atelier éco-citoyenneté avaient vu leurs résultats impacté dans un sens contraire aux élèves ayant suivi l'apprentissage autorégulé. De fait, nous avons conclu que la confiance que nous nous sommes témoigné et que nous avons tissée durant toute la durée de l'étude pouvait être un des facteurs expliquant cette évolution pour les élèves ayant suivi l'enseignement éco-citoyenneté. L'étude m'a servit à aborder mais surtout découvrir les différents versant de notre personnalité. J'ai appris que nos expériences pouvaient avoir un impact sur nos choix. L'étude me sert encore aujourd'hui à comprendre ce que nous sommes, ce que nous faisons et pourquoi. »</p>	<p>« Je ne pense pas que cet atelier a impacté ma façon d'apprendre et d'appréhender de manière différente le travail que je dois effectuer. Néanmoins, je manifeste un intérêt réel et suis certain que l'étude a su éveiller une forme de curiosité. Pour être plus juste, je peux dire que l'étude a été utile comme chacune des nouvelles expériences que je vis. Elle a donc eu un impact certain mais je ne pense pas pour autant avoir changé ma méthode de travail. Je trouve l'étude très intéressante et cherche toujours à en comprendre la finalité. »</p>
<p>« C était intéressant de connaître les habitudes et les points de vue des autres en terme d eco citoyenneté. J ai gardé mes habitudes ecologiques depuis cette periode mais je ne pense pas qu elle soient suffisantes pour</p>	<p>« Mes etudes sont basés sur le numérique mais je n ai pas la possibilité d avoir un impact ecologique par ce biaie, je ne pense pas que ce sout seulement cet atelier qui nous donne une conscience ecologique mais</p>

sauver la planète, mais plus je grandis plus j'ai les moyens de changer les choses et de changer mes habitudes. »	plutôt les actualités et le fait que la Terre meurt à petit feu. »
---	--

Running head: *Executive Functions and Self-regulated Learning*

I am not cognitively flexible, but I am learning despite this – about the interplay between executive functions and self-regulated learning

Pauline Laurent^{a, *}, Fabien Fenouillet^a, Jonathan Kaplan^b,
Charlotte Pinabiaux^a and Marie de Montalembert^b

^a Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle (EA4004),
Université Paris Nanterre, UFR SPSE, 200 avenue de la
République, 92 000, Nanterre, France

^b Education Cultures et Politiques (EA4571), Université Lyon 2,
86 rue Pasteur, 69 007, Lyon, France.

Word count (exc. figures/tables): 5125

* Corresponding author.

Email addresses: pl Laurent@orange.fr (Pauline Laurent), ffenuil@parisnanterre.fr (Fabien Fenouillet), jonathan.kaplan@univ-lyon2.fr (Jonathan Kaplan), charlotte.pinabiaux@parisnanterre.fr (Charlotte Pinabiaux), marie.demontalembert@parisnanterre.fr (Marie de Montalembert).

Abstract

Cogent relationships between self-regulated learning and executive functions have been established but have not demonstrated how specific executive functions are related to distinct phases of self-regulated learning. Two studies examined the relationships between undergraduate's executive functions and regulation of learning strategies related to regulation phases in Zimmerman's model of self-regulated learning. Direct individual executive functions were measured via neuropsychological assessment and indirect self-regulated learning measures were self-reported. The results confirmed a relationship between executive functions and self-regulated learning; correlations were mainly present during the anticipation and monitoring phases of self-regulated learning. However, these relationships may reflect compensatory strategies used in the face of executive difficulties. The potential role of metacognition in this relationship is discussed.

Keywords: self-regulated learning, executive functions, inhibition, metacognition.

1. Introduction

During learning, it is essential to be able to resist distraction. Learners can be disrupted by thoughts, anxiety, or the environment (e.g., noise, voices, internet-connected devices). It is also necessary for learners to organise their learning tasks to cope with time and space constraints. Research on executive functions (EFs) and on self-regulated learning (SRL) attempt to uncover the processes taking place during learning. Both EFs and SRL have been considered essential to academic and professional achievement (Borella, Carretti, & Pelegrina, 2010; Cantin, Gnaedinger, Gallaway, Hesson-McInnis, & Hund, 2016; Cosnefroy, 2011; Pintrich, 2003; Winne, 1995; Zimmerman, 2001), and both enable individuals to manage their activities in pursuing goals. However, few studies have explored the relationship between these two (Garner, 2009; Effeney, Carroll, & Bahr, 2013; Follmer & Sperling, 2016). The goal of the present study was to further our understanding of the relationships between EFs and SRL among undergraduate students. The aim was to examine the role of EFs within each self-regulation phase of a learning activity.

1.1. Executive functions

Executive Functions (EF) refer to top-down control processes used when automatic or intuitive performance would be insufficient or impossible (Diamond, 2013). Specifically, EFs refer to neurocognitive processes that occur when individuals choose a goal, select and execute a range of strategies to reach that goal (Garner, 2009; Salthouse, 2005). Their principal function is to help the individual adapt to the environment (Allain & Le Gall, 2008; Brissart, Morèle, Daniel, & Leroy, 2010; Diamond, 2013). The implicated processes include inhibition, working memory, and cognitive flexibility (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000; Stuss, Floden, Alexander, Levine, & Katz, 2001). These three core functions are the basis for higher-order complex cognitive functions, such as planning (Collins & Koechlin, 2012; Diamond, 2013; Miyake et al., 2000).

Friedman and Miyake (2004) proposed a taxonomy of inhibitory processes related to the core EFs. They distinguished three mechanisms: prepotent response inhibition, resistance to distractor interference, and resistance to proactive interference. The first blocks the dominant and prepotent motor responses that are automatically activated by a stimulus. The second enables focusing on relevant elements by ignoring simultaneous but irrelevant stimuli. Finally, resistance to proactive interference

is the ability to inhibit the activation of no-longer-relevant stimuli, and thus to resist memory intrusions. Prepotent inhibition and the ability to resist distractors are related to controlling information from the environment. Resistance to proactive interference, on the other hand, is related to information originating from memory content (Friedman & Miyake, 2004; Borella et al., 2010).

It has been demonstrated that EF impairments at an early age can contribute to learning disabilities (Blair, 2013; Borella et al., 2010; Saint Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Diamond & Lee, 2011) and are related to neurodevelopmental disorders such as attention deficit hyperactivity disorder [ADHD]. Previous research has shown that EFs are also involved in learning disorders (Poissant et al., 2008; Sonuga-Barke, 2003; Wang, Tasi, & Yang, 2012). Working memory and specific inhibition processes, for example, contribute to the development of key academic skill development such as mathematics, reading comprehension, and writing (Borella et al., 2010; Saint Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Sesma, Mahone, Levine, Eason, & Cutting, 2009). These findings highlight the importance of EFs in adaptation to the environment and the academic achievement that ensues.

1.2. Self-regulated learning

EFs are conceptually close to aspects of SRL, as will be explained below. SRL refers to processes including goal-setting, self-monitoring, cognitive-strategy use, self-evaluation, and self-reaction in learning activities (Boekaerts & Corno, 2005; Hadwin & Winne, 2001; Puustinen & Pulkkinen, 2001; Zimmerman & Kitsantas, 2007). Academic achievement is a goal of SRL (Cosnefroy, 2011; Pintrich, 2003; Winne, 1995; Zimmerman, 2001). The student's expertise level in an area can explain differences in SRL, which in turn affects help-seeking and anticipation behaviours (Cosnefroy, 2010; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). Students who are experts in a particular domain show more proactive behaviour than their novice peers who are more reactive in learning situations (Zimmerman, 2002). Novices wait to cope with difficulties and then change their behaviour, whereas experts adapt their behaviour before encountering the difficulties. Although different theoretical constructs have been proposed for SRL (e.g. Boekaerts, 1992; Pintrich & De Groot, 1990; Winne, 1996), this study used the three-phase cyclical structure proposed by Zimmerman (1998, 2002; see Figure 1). Because of its phase-based structure, this model is well suited for modelling learning

processes in an academic context. The first phase – forethought – has two principal functions: task analysis and self-motivation. The learner analyses the task to set goals and plan strategies. Task analysis also draws from students’ beliefs about learning, such as beliefs about their self-efficacy and learning ability (Bandura, 1997; Zimmerman, 2002). The second phase – performance – pertains to processes taking place during the task. Learners apply strategies and control their activities. If needed, they adapt their strategies or try new ones.

Insert Figure 1 about here

The third phase – self-reflection phase – involves processes appearing after learning. Learners evaluate their performance against some kind of standard, such as a norm, another learner, or one’s prior performance. The self-judgement of performance involves causal attributions for deciding the cause of one’s failures or successes. Self-reactions after the evaluation take on the form of adaptive/defensive responses. Defensive reactions refer to efforts to protect one’s self-image by withdrawing or avoiding opportunities to learn and perform. In contrast, adaptive reactions refer to adjustments designed to increase the effectiveness of one’s learning method.

This view of self-regulation is cyclical as self-reflections from prior efforts to learn affect subsequent forethought processes. To this cyclical process, Kaplan (2009) added a decisions-making phase. Decisions either trigger adjustments made to the cognitive system or substantiate the need to maintain things as they are (a decision to make no adjustments). Decisions denote the formation of intentions, i.e, the specific moment when the learner has to “cross the Rubicon⁶” that precedes planning for the upcoming action (Kaplan, 2014, 2017). Decision-making reflects the metacognitive processes used by the learner during or after the task. In Zimmerman's model, decision-making also occurs during learning when the learning situation requires to evaluate and control actions and processes.

1.3. Executive functions, self-regulated learning and metacognition

6 This expression means passing the point of no return and refer to Julius Caesar. Here, it is the moment where learners decide actively to engage themselves in the activity.

Prior research reported similarities and significant relationships between SRL, EFs, and metacognition (Effeney, Carroll, & Bahr, 2013; Follmer & Sperling, 2016; Garner, 2009). In a theoretical paper, Roebers (2017) highlights some ways which EFs are linked to self-regulated learning and to self-regulation in general. A situation with strong self-regulatory demands (e.g., a student who strongly desires to play a video game but should be preparing for an exam to be taken the next day) can impair EFs. Individual differences in EFs could also explain self-regulatory outcomes in that good EFs allows efficient self-regulation in other domains (Hofmann, Schmeichel, & Baddeley, 2012; Roebers, 2017). For example, low working memory capacity constrains the possibility to maintain a goal. Several studies using self-reports, have found positive correlations between SRL and EF variables (Garner, 2009; Effeney et al., 2013). In a study with undergraduate students, Garner conducted linear regression analyses showing that planning and motivation significantly predict metacognitive behaviours. Effeney et al. (2013) showed that correlations were stronger when they referred to metacognition abilities among high school students. However, these two studies used only indirect measures of EFs. Direct (i.e., performance-based) and indirect (i.e., rating scales) measures of EFs assess different underlying mental constructs (Fuhs, Farran, & Nesbitt, 2015; Toplak, West, & Stanovich, 2013). Direct measures provide an indication of processing efficiency, and indirect measures provide an indication of individual goal pursuit (Toplak et al., 2013). Accordingly, Follmer and Sperling (2016) used direct and indirect measures of EFs (inhibition and shifting), metacognition, and SRL to gain further insight into their relationships. Analyses showed that direct measures of EFs on SRL were fully mediated by metacognition; this last result was found in part when an indirect measure of EFs was used.

1.4. The current study

Based on previous research, the first study was designed to examine and test relationships among direct measures of EFs and indirect measures of strategies within SRL phases, according to Zimmerman's model (1998, 2002). The second study was conducted to explore various inhibition processes proposed by Friedman and Miyake (2004) in SRL. More specifically, the research focused on studying the importance of executive abilities during the different phases of SRL. Previous studies have mainly focused on monitoring behaviours (Effeney et al., 2013; Follmer & Sperling, 2016;

Garner, 2009). To our knowledge, the relationships between the anticipation phase, the assessment phase, and EFs have not previously been explored. Based on prior research on EFs and SRL (Garner, 2009; Effeney et al., 2013; Follmer & Sperling, 2015) EFs were expected to be positively correlated with the SRL phases, especially anticipation and monitoring phases.

2. STUDY 1

2.1. Method

2.1.1. Participants

The study was conducted with 57 participants (10 men; mean age = 19.05 years; SD = 2.8, range = 18 to 24), recruited among 66 undergraduate students from a university in France. The exclusion criteria were visual disorders and psychiatric or neurological diseases. The participants gave their informed consent and received partial course credit for taking part in the study. The experimental protocol used, complied with the standards and ethics of the Helsinki Declaration (2008).

2.1.2. Materials and Measures

In order to assess EFs and SRL, the participants were tested on three neuropsychological tests and were also asked to answer a self-regulation of academic learning questionnaire.

Neuropsychological Assessment

The measure of overall inhibition was tested on the Stroop test (Meulemans, 2008). The participants were faced with an interference condition: they were shown 100 colour names written in a different ink colour from the name. The participants were asked to inhibit the reading of the word and to name the colour of the ink (e.g. For the word “blue” written in red ink, the participant must answer “red” and inhibit “blue”). Task execution time as well as the number of self-corrected and uncorrected errors were noted. The difference between the time spent achieving the interference part of the test and the time spent reading words was used as the measure of inhibition.

Flexibility was measured using the Trail Making Test (Meulemans, 2008). In Part A, participants had to draw lines as fast as possible to connect the numbers from 1 to 25 in increasing order. In Part B, the participants had to connect, as fast as possible, the numbers 1 to 13 and the letters A to L, alternately, in increasing or alphabetical order. Part B was important for assessing flexibility

because the participants had to alternate between two rules: organising numbers in increasing order and organising letters in alphabetical order. The number of errors were measured as well as the time taken to accomplish both Part A and Part B. The difference between the time spent doing Part B and the time spent doing Part A was used as a measure of flexibility because it removes visual search time and motor execution time.

The measure of planning was based on the *Test des Commissions* [The shopping test] (Martin, 1972; revised by Fournet, Demazières-Pelletier, Favier, Lemoine, & Gros, 2015), which is an ecological measure of planning and organising abilities. In this test, the participants had to organise their shopping using a map of a district and a few rules. They had to write down the order for doing the shopping. The test was stopped after fifteen minutes even if the participants had not completed the task. Execution time was measured as well as three kinds of errors: number of bad timings of hours (e.g., going to an office after hours), number of unnecessary detours (e.g., backtracking to accomplish a task) and number of logical mistakes (e.g., buying a heavy object before the end of the shopping trip). The total number of errors was also measured.

Self-Regulated Learning

The participants' self-regulated learning was measured by the Individual and Collective Regulation of Learning Scale (ERICA; Kaplan, de Montalembert, Laurent, & Fenouillet, 2017). ERICA is an instrument for measuring learner perceptions of macro-level co-regulation strategies in conjunction with the self-regulation strategies that learners use. The term co-regulation pertains to the use of strategies used by learners when regulating each other or when shared reference values and norms lead to multiple members constantly monitoring and regulating a joint activity (Volet, Summers, & Thurman, 2009). ERICA is composed of six dimensions, each consisting of five items. Five of the dimensions relate to one of the three phases in Zimmerman's model (2002); the sixth relates to a decision-making phase suggested by Kaplan (2009) (see Table 1). The decision-making phase is the phase during which learners choose to either continue using a specific strategy or to change strategies. This phase represents the ability to adjust one's learning behaviour. The participants had to answer the items on a Likert-type scale ranging from 0 (never) to 4 (always).

Insert Table 1 about here

2.1.3. Procedure

All measures were administered individually. The experiment took place in a university classroom and lasted for about an hour. Participants had to first fill in the self-regulation questionnaire, available on a webpage, before going to the university to undergo the neuropsychological tests.

2.1.4. Data Analysis

An executive score was computed by transforming all neuropsychological data into z-scores. Means and standard deviations were calculated. Three variables were selected for the composite score of inhibition: the difference between the time spent carrying out the third part of the Stroop test and the time spent reading the first part; the number of corrected errors; and, the number of uncorrected errors. The composite score of flexibility included the following variables: the difference between the time spent doing Part B and the time spent doing Part A; and, the number of errors in Part B. The variables selected for the composite score of planning were execution time; the number of bad timings; the number of unnecessary detours; and, the number of logical mistakes.

2.2. Results

Preliminary Data Analyses

As expected, SRL did not differ across genders ($\lambda = .90$, $F(6, 46) = .88$, $p > .05$), so gender was not taken into account in subsequent analyses.

Descriptive and reliability statistics for the mean scores on the ERICA dimensions and the mean scores on the SRL phases are given in Table 2. The reliability of every measure was adequate (all α 's $> .70$).

Insert Table 2 about here

Descriptive statistics for the composite EF scores and z-scores for each executive variable are given in Table 3.

Insert Table 3 about here

Correlational Analyses

Pearson's correlation coefficients ($\alpha < .05$) were calculated in order to examine the relationships between the sub-scale scores of ERICA and direct measures of EFs.

Correlations among the EF measures and the mean ERICA scores are displayed in Table 4. Statistically significant correlations between the composite flexibility score and the mean scores on the performance and decision phases measured by ERICA were observed. More specifically, the flexibility time was negatively correlated with individual tracking and monitoring [ITM] and with the collective decision for method change [CDM] on ERICA. The number of errors in Part B of the Trail Making Test was negatively and moderately correlated with the ITM dimension. The results revealed that the less flexible the students, the more they used monitoring strategies and the more they relied on group decisions to adapt their individual learning behaviours. No correlation was found between the *Test des Commissions* (the planning test), the Stroop test (inhibition), and ERICA dimensions, p-values were all greater than .05 (see Table 4).

Insert Table 4 about here

2.3. Discussion

The results of the first study revealed that EFs and SRL were related, though moderately, and that not every EF measure was related to the SRL phases. Inhibition has been shown to play a key role in self-regulation (Barkley, 2001) but we found no correlations between the Stroop Test and ERICA. It is worth pointing out that the Stroop test measured only one of the inhibitory processes (inhibition of a prepotent response). A second study was undertaken to further investigate the distinct roles of the three inhibitory processes.

3. STUDY 2

3.1. Method

3.1.1. Participants

The study was conducted with 73 participants (14 men; mean age = 19.3 years; SD = 2.3, range = 18 to 32), recruited among 79 undergraduate students at a French university. The exclusion criteria were visual disorders and psychiatric or neurological diseases. The participants gave their informed consent and received partial course credit for taking part in the study. The experimental protocol used in the second study complied with the standards and ethics of the Helsinki Declaration (2008).

3.1.2. Materials and Measures

In order to assess specific inhibition processes and SRL, participants were tested with three neuropsychological tests, a computerised task and two self-regulation scales for academic learning.

3.1.2.1. Neuropsychological Assessment

In line with Friedman and Miyake's model (2004), three kinds of inhibition were measured. Inhibition of the prepotent response was assessed with the Stroop test (Meulemans, 2008).

Inhibition of a response to distractors was assessed using the d2 test (test of attention concentration; Brickenkamp, 2002), and Friedman and Miyake's Word Naming Task (2004). In the d2 test, participants were shown 14 lines composed of 42 "d" and "p". The letters had 1 to 4 dashes placed above, below or on both sides of the letter. The participants had to cross out the "d"s with two dashes, as fast and accurately as possible. Every 20 seconds participants were asked to go on to the next line, even if they had not yet finished the current one. The number of omissions, the number of errors (non-target items crossed out), and the total number of items processed were measured. To assess distractor inhibition, the number of non-target items crossed out were of particular interest.

The Word Naming Task is a computerised task consisting of the simultaneous presentation of two words (one green, one red) on either side of a central fixation cross. The colours (green or red) and display order of the words were randomised. Four blocks of 48 words (different from the words used in the Stop-Signal task) were presented. Each word was displayed for 300 milliseconds and the participants had 4000 milliseconds to respond. Participants had to read aloud the green words only. The goal of this task was to assess the capacity to inhibit a distractor (the red words, which were more salient against a grey background than the green words). Three types of errors were measured:

inhibition mistakes (i.e., a red word was read aloud); perception errors (i.e., the participant did not see any words); and other errors including intrusions and perseverations. The total number of errors was also measured.

Proactive interference was assessed using the California Verbal Learning Task (CVLT; Delis, Kramer, Kaplan, & Ober, 1987). Among the various memory processes assessed, CVLT provides a measure of proactive interference, defined as the perturbation caused by previous learning (List A) interfering with a new one (List B) (Postman, 1971). In CVLT, proactive interference can be measured during the recall of List B. The most common method is to compare the first recall of List A to the recall of List B (Numan, Sweet, & Ranganath, 2000). Another alternative is to compare the recall of shared categories and non-shared categories between the first recall of List A to the recall of List B (Kramer & Delis, 1991). When proactive interference exists, there is a decrease in the recall of shared categories and an increase in the recall of non-shared categories during List B recall. Both methods to measure proactive interference were used.

3.1.2.2. *Self-Regulated Learning*

As in Study 1, ERICA (Kaplan et al., 2017) was administered. In light of results from Study 1, the 2ADEASU (*Appréciation de l'autorégulation dans les apprentissages scolaire et universitaire*; Assessment of self-regulation in school and university learning; Cosnefroy, Fenouillet, Mazé, & Bonnefoy, 2018) scale was used too. 2ADEASU is composed of a forethought dimension and two dimensions pertaining to self-regulation failures (see Table 5). The participants had to answer a seven-point Likert-type scale ranging from 1 (totally disagree) to 7 (totally agree).

Insert Table 5 about here

3.1.3. Procedure

The procedure was similar to the one used in Study 1.

3.1.4. Data Analysis

Composite scores for inhibition of a prepotent response and inhibition of the response to a distractor were computed by converting the data into z-scores. Means and standard deviations were calculated. The variables selected for the composite prepotent inhibition score were the difference between the time spent doing the third part of the Stroop test and the time spent reading the first part; the number of corrected errors; and, the number of uncorrected errors. The composite distractor inhibition score was calculated by adding the number of errors (e.g., non-target items crossed out) and the total number of items processed. Only one variable for resistance to proactive interference could be used (explained further along) so no composite score for this type of inhibition was calculated.

3.2. Results

Pearson's correlation coefficients ($\alpha < .05$) were calculated in order to examine the relationship between the sub-scale scores of ERICA (IAR, IEC, ITM, CEC, IEM, and CDM ; see Table 1) and 2ADEASU (failure to control action, goal setting and planning, and disorganisation), plus direct measures of inhibition (inhibition of the prepotent response, inhibition of the response to distractors, and resistance to proactive interference).

3.2.1. Preliminary Data Analyses

As in Study 1, SRL did not differ across genders ($\lambda = .78, F(9, 61) = 1.91, p > .05$). Gender was therefore not taken into account in subsequent analyses. Descriptive and reliability statistics for the mean SRL scores (dimensions and phases) are given in Table 6. Reliability was adequate for every measure (all α 's were greater than .70).

Insert Table 6 about here

Descriptive statistics for composite inhibition scores and z-scores for each inhibition variables are given in the Table 7.

Insert Table 7 about here

3.2.2. Correlation Analyses

No correlations between the composite scores of prepotent-response inhibition, distractor-response inhibition, and mean ERICA scores were found, *p*-values were all greater than .05 (see Table 8). However, some of the inhibition measures were correlated with Collective Decisions for Method change (CDM) and Individual Tracking and Monitoring (ITM; see Table 8). The number of corrected errors on the Stroop test (inhibition of the prepotent response) was negatively correlated with CDM, and the number of items processed on the d2 test was correlated with ITM. As in Study 1, correlations were negative and moderate, an indication that participants who had poor inhibition results had also perceived using CDM and ITM regulation strategies more frequently.

None of the measures assessing resistance to proactive interference (CVLT) were correlated with the self-regulation scales (all *p*-values were greater than .05). However, the Word Naming Task produced interference during the CVLT. Participants recalled some words from the Word Naming Task during free recall on the CVLT, although these two tasks were separated by 20 minutes. This interference variable was therefore used to measure resistance to proactive interference. A statistically significant correlation between this measure and the mean for a forethought strategy score in ERICA was found (see Table 8). More specifically, the word-naming interference was negatively correlated with Individual Anticipation of Materials and References (IAR). The more sensitive students were to interference, the more they anticipated their learning. Resistance to proactive interference was not correlated to the mean self-reflection score ($p > .05$) but was correlated with Individual Evaluation of Method (IEM) (see Table 8). The harder it was for the students to resist interference, the more they individually evaluated their learning methods.

Insert Table 8 about here

Consistent with these results, resistance to proactive interference was also correlated with the goal-setting and planning dimension of the 2ADEASU (see Table 9). A statistically significant negative correlation was found for the number of distractor errors on the d2 test and the disorganisation dimension of 2ADEASU (see Table 9). Students who had trouble inhibiting distractors were more disorganised in their learning than were their peers.

Insert Table 9 about here

4. General Discussion

The primary purpose of the current study was to investigate the relationships between executive functions (EFs) and self-regulated learning (SRL). Our secondary goal was to precisely examine the relationships between three inhibitory mechanisms and SRL. Two studies using several direct measures of EFs and indirect measures of SRL were conducted. With regards to previous research, significant and positive correlations between EFs and SRL were sought (Effeney et al., 2013; Follmer & Sperling, 2016; Garner, 2009).

As expected, EFs were linked with different phases of Zimmerman's SRL model (2002). However, and in contradiction with previous research (Effeney et al., 2013; Follmer & Sperling, 2016; Garner, 2009), the correlations between EFs and SRL strategies were negative. This difference may have resulted from the research method. Contrary to prior-research (Effeney et al., 2013; Garner, 2009), direct measures of EFs were used. These measures were correlated with indirect measures of SRL plus the phases of SRL were primarily referred to. Based on the results of previous studies, participants with efficient executive functioning were expected to use fewer SRL strategies than participants with executive difficulties. Yet, the students who had more trouble with the EF tasks were the ones who reported using more SRL strategy use. Study 1 indicated that cognitive flexibility was related to the performance phase (Zimmerman, 2002) and to the Collective Decisions for Method change strategy (CDM; Kaplan et al., 2017). Specifically, the time needed to shift between two rules related to these two levels, i.e., the strategy level and the regulation phase. Correlations between inhibition, planning, and self-regulation phases were not found. Insofar as inhibition is known to be key in the process of self-regulation (Barkley, 2001) and useful to learning (Borella, et al., 2010; Saint-Clair Thompson & Gathercole, 2006), further investigation of the role of three inhibitory processes during SRL phases was sought by introducing other neuropsychological tests. The forethought phase in Zimmerman's model (2002) was related to the resistance to proactive interference, to the time needed to stop an automatic response, and to failure to inhibit a distracting

stimulus. It is important to accurately measure each process with an appropriate test. Follmer and Sperling (2016) used a categorical verbal fluency task to measure inhibition, but it was designed to evaluate the capacity to produce a number of words from the same category in a limited time. The role of that test is not to measure inhibition, although the number of errors could theoretically be a measure of resistance to proactive interference. This difference of method could explain why no correlations between EFs and SRL were found in Study 1. The decision-making phase (Kaplan, 2014) was related to failures to inhibit an automatic response, even when that failure was corrected by participants. These results confirm the significant relationship between EFs and SRL strategies, in particular to the forethought and performance phases in Zimmerman's model. However, results also support the idea that students with poor executive functioning use more self-regulation strategies than students with better executive functioning. It can be assumed that students use self-regulation of learning strategies to compensate for executive difficulties.

According to Livingstone (2017), compensation processes are “processes contributing to improved behavioural presentation (of a neurodevelopmental disorder), despite persisting core deficit(s) at cognitive and/or neurobiological levels”. In learning, strategies to improve behavioural presentation can be environmental accommodations and supports, study, and cognitive and learning strategies (Crux, 1991). Researchers in the field of learning disabilities have demonstrated that students with learning disabilities use these strategies to compensate for their learning difficulties and to enhance their academic performance (Crux, 1991; Reis, Neu, & McGuire, 1997; Reis & Ruban, 2000). Studies conducted with postsecondary students who have learning disabilities have indicated that the use of compensatory approaches is critical to their academic success (Reis et al., 1997; Brinckerhoff, McGuire, & Shaw, 2002; Geiber & Reiff, 1994). According to Crux (1991), once students understand what they do poorly, they can compensate for weaknesses. Heiman and Precel (2003) studied learning differences among college students with and without disabilities. The results did not demonstrate differences in the grade point average of the two groups of students, although students with learning disabilities were having trouble at school. The authors explained this result in terms of the intense effort invested by students with learning disabilities to overcome their learning deficits. Also, students with a lower grade average may use more compensation strategies in an effort to improve their grades

and succeed academically (Ruban, McCoach, McGuire, & Reis, 2003). In the studies reported here, students with poor shifting abilities may have problems shifting from one course to another. These students reported writing down their progress on material media. This strategy could be helpful in reducing time loss when studying in other academic courses. In the same vein, collective decisions could provide support for organising and changing one's learning methods. A learner with a poor shifting ability seems to have a tendency to persevere with one method even if it proves inefficient. An collective decision could help a learner to stop using an inefficient learning method and adopt another better one. Inhibition processes seem also to be compensated by collective decisions and anticipation strategies. Students who actively prepare their learning procedure may be less prone to distraction away from the task at hand. According to Corno (2004), control of learning can be facilitated by the presence of other individuals in the learning context. In a group, learning effort is shared among all participants. In addition, group discussion can help students stop focusing on their own functioning to observe the functioning of peers. In the case of cognitive difficulties, group discussions can help learners become aware of behaviours that provide for effective learning. Comparing other's functioning to one's own enables learners to better identify and understand their own learning difficulties.

It would appear that individuals who adapt their strategies to the environment and who take into consideration their own capacities are more liable to apply accurate metacognitive appraisal. Follmer and Sperling (2016) demonstrated that metacognition could be a bridge in the relationship between EFs and SRL. The studies reported here point to the use of compensation strategies which are metacognitive in nature.

The present research provided insight into the relationships between EFs and SRL strategies. Future investigations could focus on the mediating role of metacognition in the relationship between EFs and SRL. It would be interesting to offer students, with and without learning disabilities, a course devoted to SRL and focused on knowledge about one's own ability in order to find out whether self-regulation strategies enable students to better compensate for their executive difficulties.

References

- Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Approche théorique des fonctions exécutives [Theoretical approaches to executive functions]. In O. Godefroy & membres du GREFEX (Eds.), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: Évaluation en pratique clinique* (p. 9). Marseille, France: Solal.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, US: W.H. Freeman.
- Barkley, R.A. (2001). The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology review*, 11(1), 1-29.
- Best, J.R., Miller, P.H., & Jones, L.L. (2009). Executive Function after age 5: Changes and Correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. doi: [10.1016/j.dr.2009.05.002](https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002)
- Blair, C. (2013). Executive functions in the classroom. *Encyclopedia on Early Childhood Development [online]*. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development.
- Boekaerts, M. (1992). The adaptable learning process: initiating and maintaining behavioural change. *Applied Psychology: An International Review*, 41, 377-397.
- Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: a perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology: An international Review*, 54(2), 199-231. doi: 10.1111/j.1464-0597.2005.00205.x
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 541-552. doi: [10.1177/0022219410371676](https://doi.org/10.1177/0022219410371676)
- Brickenkamp R. (2002). *Test-d2, Aufmerksamkeits-Belastungs-Test [Test d'attention concentrée - d2](9th ed.)* Goettingen: Hogrefe
- Brinckerhoff, L.C., McGuire, J.M., & Shaw, S.F. (2002). *Postsecondary education and transition for students with learning disabilities* (2nd ed.). Austin, TX: PRO-ED.
- Brissart, H., Morèle, E., Daniel, F., & Leroy, M. (2010). *Prise en charge cognitive des fonctions exécutives* [Cognitive therapy for executive functions], (pp9-11). Marseille, France: Solal.

- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp 77-165). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cantin, R.H., Gnaedinger, E.K., Gallaway, K.C., Hesson-McInnis, M.S., & Hund, A.M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 66-78. doi: [10.1016/j.jecp.2016.01.014](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.014)
- Cleary, T.J. (2006). The development and validation of the Self-Regulation Strategy Inventory – Self-Report. *Journal of School Psychology*, 44, 307-322. doi: [10.1016/j.jsp.2006.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.05.002)
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning and creativity: frontal lobe function and human decision-making. *PLOS Biology*, 10(3). doi: [10.1371/journal.pbio.1001293](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293)
- Corno, L. (2004). Introduction to the special issue work habits and work styles: volition in education. *Teachers College Record*, 106 (9), 1669-1694. doi: [10.1111/j.1467-9620.2004.00400.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2004.00400.x)
- Cosnefroy, L. (2010). Se mettre au travail et y rester: les tourments de l'autorégulation [Getting down to work and sticking to it: self-regulation torments]. *Revue française de pédagogie*, 170, 5-10.
- Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé : entre cognition et motivation* [Self-regulated learning: between cognition and motivation]. Grenoble : Presse universitaire de Grenoble.
- Cosnefroy, L., Fenouillet, F., Mazé, C., & Bonnefoy, B. (2018). On the relationship between the forethought phase of self-regulated learning and self-regulation failure. *Issues in Educational Research*, 28(2), 1-20.
- Crux, S.C. (1991). *Learning strategies for adults: compensations for learning disabilities*. Middletown, OH: Wall & Emerson.
- Dajani, D.R., & Uddin, L.Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: implications for clinical and developmental neuroscience. *Trends in Neurosciences*, 38(9), 571-578. doi: [10.1016/j.tins.2015.07.003](https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.07.003)
- Dawson, P. & Guare, R. (2010). *Executive skills in children and adolescents: a practical guide to assessment and intervention* (2nd Ed). New York, NY: The Guilford Press.

- Delis, D.C., Kramer, J.H., Freeland, J., & Kaplan, E. (1988). Integrating clinical assessment with cognitive neuroscience: construct validation of the California Verbal Learning Test. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56* (1), 123-130. doi: [10.1037/0022-006X.56.1.123](https://doi.org/10.1037/0022-006X.56.1.123)
- Destan, N., Hembacher, E., Ghetti, S., & Roebers, C.M. (2014). Early metacognitive abilities: the interplay of monitoring and control processes in 5- to 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology, 126*, 213-228. doi: 10.1016/j.jecp.2014.04.001
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*(6045), 959-964. doi: 10.1126/science.1204529
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Effeney, G., Carroll, A., & Bahr, N. (2013). Self-regulated learning and executive function: exploring the relationships in a sample of adolescent males. *Educational Psychology, 33*(7), 773-796. doi: [10.1080/01443410.2013.785054](https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785054)
- Flavell, J. H. (1979). Meta-cognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911. doi: 10.1037/0003-066X.34.10.906
- Follmer, D.J., & Sperling, R.A. (2016). The mediating role of metacognition in the relationship between executive function and self-regulated learning. *British Journal of Educational Psychology, 86*(4), 559-575. doi: 10.1111/bjep.12123
- Fournet, N., Demazières-Pelletier, Y., Favier, S., Lemoine, L., & Gros, C. (2015). Test des commissions révisés [The shopping Test]. In: L. Hugonot-Diener, F. Sellal, & C. Thomas-Antérion (Eds), *Gremoire 2 Tests et échelles des maladies neurologiques avec symptomatologie cognitive* (p. 70-75) [Gremoire 2 - Tests and scales for neurological diseases with cognitive symptoms]. Louvain-la-Neuve, Belgium : De Boeck Solal.
- Friedman, N.P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control function: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(1), 101-135. doi: [10.1037/0096-3445.133.1.101](https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101)

- Fuhs, M.W., Farran, D.C., & Nesbitt, K.T. (2015). Prekindergarten Children's Executive Functioning Skills and Achievement Gains: The Utility of Direct Assessments and Teacher Ratings. *Journal of Educational Psychology*, 107(1), 207-221. doi: [10.1037/a0037366](https://doi.org/10.1037/a0037366)
- Garner, J.K. (2009). Conceptualizing the relations between executive functions and self-regulated learning. *The Journal of Psychology*, 143(4), 405-426. doi: [10.3200/JRLP.143.4.405-426](https://doi.org/10.3200/JRLP.143.4.405-426)
- Geiber, P.J., & Reiff, H.B. (1994). *Learning disabilities in adulthood: persisting problems and evolving issues*. Boston: Andover.
- Hadwin, A.F., & Winne, P.H. (2001). CoNoteS2: A software tool for promoting self-regulation and collaboration. *Educational Research and Evaluation*, 7(2-3), 313-334.
- Heiman, T., & Precel, K. (2003). Students with learning disabilities in higher education: academic strategies profile. *Journal of Learning Disabilities*, 36(3), 248-258. doi: [10.1177/002221940303600304](https://doi.org/10.1177/002221940303600304)
- Hofman, W., Schmeichel, B.J., & Baddeley, A.D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 174-180. Doi: 10.1016/j.tics.2012.01.006.
- Kaplan, J. (2009). *L'autodirection dans les apprentissages coopératifs – le cas des cercles d'étude* (PhD thesis) [Self-Direction in Cooperative Learning – The Case of Study Circles]. Nanterre: Paris 10 University.
- Kaplan, J. (2014). Co-Regulation in Technology Enhanced Learning Environments. In Uden, L., Sinclair, F.J., Tao, Y.H. & Liberonaf, D. (eds.). Learning technology for education in Cloud. *MOOC and Big Data*, CCIS, 446, 72-81. Springer International. doi: 10.1007/978-3-319-10671-7_7
- Kaplan, J., de Montalembert, M., Laurent, P., & Fenouillet, F. (2017). ERICA-An Instrument to Measure Individual and Collective Regulation of Learning. *European Review of Applied Psychology*, 67(2), 79-89. doi: [10.1016/j.erap.2017.01.001](https://doi.org/10.1016/j.erap.2017.01.001)
- Kramer, J.H., & Delis, D.C. (1991). Interference effects of the California Verbal Learning Test: a construct validation study. *Psychology Assessment: a Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 3(2), 299-302. doi: [10.1037/1040-3590.3.2.299](https://doi.org/10.1037/1040-3590.3.2.299)

- Lockl, K., & Schneider, W. (2006). Precursors of metamemory in young children: the role of theory of mind and metacognitive vocabulary. *Metacognition and Learning, 1*, 15-31. doi: 10.1007/s11409-006-6585-9
- Meulemans, T. (2008). Chapitre 8 : L'évaluation des fonctions exécutives [Assessing executive functions]. In: Godefroy, O. & membres du GREFEX (Eds.). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : évaluation en pratique clinique* (pp179-216) [Executive functions and neurological and psychiatric disorders: assessment in clinical practice]. Marseille, France: Solal.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49-100. doi: [10.1006/cogp.1999.0734](https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734)
- Numan, B., Sweet, J.J., & Ranganath, C. (2000). Use of the California Verbal Learning Test to detect proactive interference in the traumatically brain injured. *Journal of Clinical Psychology, 56*(4), 553-562.
- Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*(4), 667-686.
- Pintrich, P.R. & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performances. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33-40. Doi: 10.1037/0022-0663.82.1.33
- Poissant, H., Neault, I., Dallaire, S., Rouillard, M., Emond, V., Guay, M.-C., & Lageix, P. (2008). Développement de l'autorégulation et de l'inhibition chez des enfants présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) [Development of self-regulation and inhibition among children attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)]. *L'Encéphale, 34*(2), 161-169. doi: [10.1016/j.encep.2007.01.007](https://doi.org/10.1016/j.encep.2007.01.007)
- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: a review. *Scandinavian Journal of Educational Research, 45*(3), 269-286. doi: 10.1080/00313830120074206

- Reis, S.M., & Ruban, L.M. (2000). Compensation strategies used by high ability students with learning disabilities. *Gifted Child Quarterly Spring*, 44(2), 123-134. doi: 10.1007/978-1-4419-9116-4_9
- Reis, S.M., Neu, T., & McGuire, J.M. (1997). Case studies of high-ability students with learning disabilities who have achieved. *Exceptional Children*, 63(4), 463-479. doi: [10.1177/001440299706300403](https://doi.org/10.1177/001440299706300403)
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31-51. Doi: 10.1016/j.dr.2017.04.001.
- Ruban, L.M., McCoach, D.B., McGuire, J.M., & Reis, S.M. (2003). The differential impact of academic self-regulatory methods on academic achievement among university students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36(3), 270-286. doi: [10.1177/002221940303600306](https://doi.org/10.1177/002221940303600306)
- Saenz, G. D., Geraci, L., Miller, T.M., & Tirso, R. (2017). Metacognition in the classroom: the association between students' exam predictions and their desired grades. *Consciousness and Cognition*, 51, 125-139. doi: 10.1016/j.concog.2017.03.002
- Salthouse, T.A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19(4), 532–545. doi:10.1037/0894-4105.19.4.532
- Sesma, H.W., Mahone, E.M., Levine, T., Eason, S.H., & Cutting, L.E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 15(3): 232–246. doi: 10.1080/09297040802220029
- Sonuga-Barke, E.J.S. (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27(7), 593-604. doi: [10.1016/j.neubiorev.2003.08.005](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2003.08.005)
- St Clair-Thompson, H.L., & Gathercole, S.E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745–759. doi: [10.1080/17470210500162854](https://doi.org/10.1080/17470210500162854)

- Stuss, D.T., Floden, D., Alexander, M.P., Levine, B., & Katz, D. (2001). Stroop performance in focal lesion patients: dissociation of processes and frontal lobe lesion location. *Neuropsychologia*, 39(8), 771-786. doi: [10.1016/S0028-3932\(01\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00013-6)
- Toplak, M.E., West, R.F., & Stanovich, K.E. (2013). Practitioner Review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 131-143. doi: 10.1111/jcpp.12001
- Volet, S., Summers, M., & Thurman, J. (2009). High-level co-regulation in collaborative learning: How does it emerge and how is it sustained? *Learning and Instruction*, 19(2), 128-143. doi: [10.1016/j.learninstruc.2008.03.001](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.001)
- Wang, L.-C., Tasi, H.-J., & Yang, H.-M. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1453-1461. doi: [10.1016/j.ridd.2012.03.019](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.019)
- Winne, P.H. (1995). Inherent details in self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 30(4), 173-187. doi: [10.1207/s15326985ep3004_2](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3004_2)
- Winne, P.H. (1996). A metacognitive view of individual differences in self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8(4), 327-353.
- Zimmerman, B.J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51-59. doi: 10.1037/0022-0663.82.1.51
- Zimmerman, B.J. (2001). Theories of self-regulated learning and academic achievement: an overview and analysis. In Zimmerman, B.J. & Shunk, D. (Eds). *Self-regulated learning and academic achievement*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An Overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70. doi: [10.1207/s15430421tip4102_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2007). Reliability and Self-Efficacy for Learning Form (SELF) scores of college students. *Journal of Psychology*, 215(3), 157-163. doi: [10.1027/0044-3409.215.3.157](https://doi.org/10.1027/0044-3409.215.3.157)

Zimmerman, B.J., & Kitsantas, A. (2014). Comparing students' self-discipline and self-regulation measures and their prediction of academic achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 145-155. doi: [10.1016/j.cedpsych.2014.03.004](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.03.004)

Figure 1

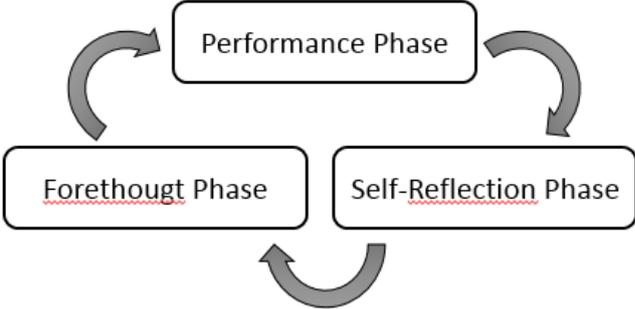


Figure 1. Cyclic model of self-regulated learning adapted from Zimmerman, 2002.

Table 1. Dimensions assessed by ERICA (Kaplan et al., 2017) and correspondence with learning phases (Kaplan, 2009; Zimmerman, 2002).

Learning Phases	Dimensions	Examples of Items
Forethought	Individual anticipation of materials and references [IAR]	“When I start studying, I gather documents and materials that might be useful”
	Individual environmental control [IEC]	“I choose the most appropriate locations for my learning”
Performance	Individual tracking and monitoring [ITM]	“I keep track of my learning activities in a logbook or a journal”
Self-reflection	Collective evaluation of content [CEC]	“I discuss the state of progress of my studies with other people”
	Individual evaluation of method [IEM]	“I stop to think about the method I use for learning”
Decision	Collective decisions for method change [CDM]	“I can decide with one or more other persons to switch methods of learning”

Table 2. Descriptive statistics for measures of SRL.

Measures	M	Mdn	SD	Range	Number of Items	α
Forethought^a	2.31	2.40	0.59	2.50	10	.75
IAR	2.10	2.00	0.77	3.40	5	.82
IEC	2.51	2.60	0.88	3.80	5	.84
Performance^b					5	.72
ITM	0.86	0.60	0.78	3.20	5	.72
Self-reflection^c	2.17	2.10	0.74	3.20	10	.86
CEC	2.17	2.20	1.00	4.00	5	.90
IEM	2.17	2.00	0.79	3.80	5	.81
Decision^d					5	.84
CDM	0.94	0.80	0.80	3.20	5	.84

Note. IAR = individual anticipation of materials and references, IEC = individual environmental control, ITM = individual tracking and monitoring, CEC = co-evaluation of content, IEM = individual evaluation of method, CDM = collective decision for method change.

^{a,b,c,d} Mean scores.

Table 3. Descriptive statistics for measures of EF.

Measures	M	Mdn	SD	Range
Inhibition^a	0.00	0.41	1.98	8.70
Interference score	0.00	0.06	1.00	1.89
Corrected errors	0.00	-0.16	1.00	3.21
Uncorrected errors	0.00	0.51	1.00	4.50
Shifting^b	0.00	0.35	1.79	8.02
B - A	0.00	0.25	1.00	4.98
Number of errors in Part B	0.00	0.75	1.00	4.67
Planning^c	0.00	-0.07	2.05	8.31
Execution Time	0.00	0.21	1.00	5.02
Number of bad timings	0.00	0.88	1.00	3.02
Number of unnecessary detours	0.00	-0.18	1.00	3.57
Number of logical mistakes	0.00	-0.06	1.00	2.95

Note. B - A = difference between the time spent doing Part B and the time spent doing Part A.

M expressed as z-score.

^{a,b,c} Composite scores.

Table 4. Correlations among EF composite and specific scores, and indirect SRL measures.

Variables	ERICA					
	Forethought ¹		Performance ²	Self-Reflection ³		Decision ⁴
	IAR	IEC	ITM	CEC	IEM	CDM
Inhibition^a						
Interference	-.09	-.13	-.21	-.02	-.22	-.05
Corrected errors	-.03	-.00	-.13	-.17	-.12	-.13
Uncorrected errors	-.01	-.10	-.18	-.01	-.11	-.16
Flexibility^b						
Flexibility time	-.09	-.06	-.62***	-.03	-.23	-.42**
Errors	-.00	-.00	-.31*	-.05	-.11	-.21
Planning^c						
Execution time	-.12	-.09	-.06	-.08	-.16	-.14
Number of unnecessary detour	-.06	-.04	-.10	-.11	-.00	-.09
Number of bad timings	-.10	-.04	-.14	-.03	-.08	-.14
Number of logical mistakes	-.12	-.14	-.19	-.15	-.12	-.08

Note. IAR = individual anticipation of materials and references, IEC = individual environmental control, ITM = individual tracking and monitoring, CEC = co-evaluation of content, IEM = individual evaluation of method, CDM = collective decision for method change.

^{a,b,c} Composites scores.

^{1,2,3,4} Mean scores.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 5. Dimensions of 2ADEASU (Cosnefroy et al., 2018)

Dimension	Examples of Items	Number of Items
Failure to control action	I have trouble concentrating and to finishing my work when I'm studying at home.	6
Goal-setting and planning	I set goals for the short term (day, week) and the long term (month, semester).	5
Disorganization	I don't know how to learn the content of my lectures.	3

Table 6. Descriptive statistics of ERICA measures (Kaplan et al., 2017) and 2ADEASU measures (Cosnefroy et al., 2018).

Measures	M	Mdn	SD	Range	Number of Items	α
ERICA						.82
Forethought ^a	2.14	2.10	0.79	3.20	10	.87
IAR	1.59	1.60	0.92	3.60	5	.81
IEC	2.69	2.80	0.95	3.80	5	.90
Performance					5	.71
ITM	0.61	0.40	0.72	3.40	5	.71
Self-reflection ^b	2.11	2.10	0.65	2.90	10	.76
CEC	2.17	2.20	0.85	4.00	5	.80
IEM	2.05	2.00	0.85	3.80	5	.78
Decision					5	.86
CDM	0.65	0.40	0.73	3.00	5	.86
2ADEASU					14	.57
Failure to control action	4.46	4.50	1.39	5.67	6	.80
Goal-setting and planning	4.66	4.60	1.26	5.40	5	.74
Disorganization	3.59	3.33	1.75	6.00	3	.69

Note. IAR = individual anticipation of materials and references, IEC = individual environmental control, ITM = individual tracking and monitoring, CEC = co-evaluation of content, IEM = individual evaluation of method, CDM = collective decision for method change.

^{a,b} Mean scores.

Table 7. Descriptive statistics for composite inhibition scores and z-scores.

Measures	M	Mdn	SD	Range
IPR^a	0.01	0.12	2.08	9.54
Interference score	0.00	0.25	1.00	4.65
Corrected errors	0.01	0.11	1.00	3.05
Uncorrected errors	0.01	0.39	1.00	4.21
IRD^b	0.09	0.17	1.00	4.19
Number of items processed	0.01	0.06	1.00	4.22
Number of distractor errors	0.10	0.27	0.56	2.73
RPI	0.00	0.25	1.01	4.65

Note. IPR = inhibition of prepotent response, IRD = inhibition of the response to a distractor, RPI = resistance to proactive interference

^{a,b} Composite scores.

Table 8. Correlations among composite and specific measures of inhibition mechanisms and ERICA (Kaplan et al., 2017).

Variables	ERICA					
	Forethought ¹		Performance ²	Self-Reflection ³		Decision ⁴
	IAR	IEC	ITM	CEC	IEM	CDM
IPR^a						
Interference score						
Corrected errors						
Uncorrected errors						
IRD^b						
Number of items processed						
Number of distractor errors						
RPI						
Word naming interference						

Note. IPR = inhibition of prepotent response, IRD = inhibition of response to distractor, RPI = resistance to proactive interference, IAR = individual anticipation of materials and references, IEC = individual environmental control, ITM = individual tracking and monitoring, CEC = co-evaluation of content, IEM = individual evaluation of method, CDM = collective decision for method change.

^{a,b} Composites scores.

^{1,2,3,4} Mean scores.

*p < .05, **p < .01, ***p < .001

Table 9. Correlations between composite and specific measures of inhibition mechanisms and 2ADEASU

Variables	2ADEASU		
	Failure to control action	Goal-setting and planning	Disorganization
IPR^a	-.07	-.07	.06
Interference score	.01	-.19	.07
Corrected errors	-.14	.11	.06
Uncorrected errors	-.01	-.06	-.00
IRD^b	-.08	.05	-.21
Number of items processed	.04	-.11	.02
Number of distractor errors	-.14	.17	-.28*
RPI	-.04	-.25*	-.03

Note. IPR = inhibition of prepotent response, IRD = inhibition of response to distractor, RPI = resistance to proactive interference.

^{a,b} Composites scores.

*p < .05, **p < .01, ***p < .001

