

---

## Etude du lien entre le fonctionnement exécutif et attentionnel et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale chez les adolescents de 15 à 18 ans

**Auteur :** Weets, Emilie

**Promoteur(s) :** Poncelet, Martine

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

**Diplôme :** Master en logopédie, à finalité spécialisée en neuropsychologie du langage et troubles des apprentissages verbaux

**Année académique :** 2022-2023

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/17178>

---

### Avertissement à l'attention des usagers :

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

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

---



LIÈGE université

**Psychologie, Logopédie  
& Sciences de l'Éducation**

Finalité spécialisée en Neuropsychologie du langage et troubles des  
apprentissages verbaux

***Etude du lien entre le fonctionnement  
exécutif et attentionnel et les capacités  
d'orthographe lexicale et grammaticale chez  
les adolescents de 15 à 18 ans***

Présenté par WEETS Emilie en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Sous la direction de Madame PONCELET Martine

Lecteurs : Madame Pauline Querella et Monsieur Serge Brédart

Année académique 2022 – 2023



# Remerciements

---

Arrivée au bout de ce mémoire, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Plus particulièrement, je souhaite remercier ma promotrice, Madame Poncelet, qui m'a donné l'opportunité de réaliser ce projet combinant mon métier actuel de Neuropsychologue et mes études en Logopédie. Sa bienveillance et son humanité ont été d'un grand intérêt dans la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite ensuite remercier mes lecteurs, Madame Pauline Querella et Monsieur Serge Bédart, pour l'intérêt qu'ils porteront à ce mémoire.

Je tiens également à remercier chaleureusement les participants ayant accepté de prendre part à ce projet. Merci à tous les parents et tous les adolescents de m'avoir consacré un peu de leur temps. Je remercie également toutes les personnes qui m'ont aidée dans la recherche de ces participants.

Enfin, je ne me remercierai jamais assez mes proches pour leur soutien à toute épreuve. Un merci particulier à Rodrigue pour son amour et sa présence malgré mes idées farfelues et mes sautes d'humeur. J'adresse également une pensée particulière à mon petit garçon, Noam, qui m'a donné la force de poursuivre cette folle aventure malgré mes moments de doute.

Une dernière pensée à mon amie Francesca, sans qui je n'aurais osé me lancer dans cette aventure. Merci à toi pour ta présence, tes encouragements et ton soutien sans faille. Une « nouvelle » amitié qui résistera à toute épreuve.

# Table des matières

---

Introduction.....	1
Partie théorique .....	
Les fonctions attentionnelles et exécutives .....	2
1. Définition .....	2
2. Le développement des fonctions attentionnelles et exécutives.....	9
Les capacités orthographiques.....	13
1. Définition .....	13
2. Le développement de l'orthographe.....	13
3. La complexité de l'orthographe française.....	16
4. Les capacités impliquées dans l'acquisition de l'orthographe .....	17
Le lien entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les apprentissages scolaires .....	21
1. Le langage écrit.....	21
2. Les mathématiques .....	24
3. Résumé.....	24
Résumé de la partie théorique.....	25
Partie pratique .....	
Objectifs et hypothèses.....	26
Méthodologie .....	28
1. Participants.....	28
2. Matériel .....	29
3. Procédure .....	35
4. Implications éthiques .....	35
5. Analyses statistiques .....	36
Résultats .....	38
1. Statistiques descriptives.....	38
2. Corrélations .....	39
3. Régressions multiples hiérarchiques.....	43
Discussion .....	49
1. Caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit.....	49
2. Caractère prédictif des fonctions attentionnelles et exécutives.....	51
3. Biais et limites éventuels.....	52
Conclusion et perspectives.....	54
Bibliographie .....	

Annexes .....	
Annexe 1 : Lettre d'information .....	65
Annexe 2 : Formulaire de consentement.....	67
Annexe 3 : Consentement pour adolescents .....	71

# Introduction

---

La maîtrise du langage écrit, et notamment de l'orthographe, est un facteur essentiel dans notre parcours de vie. En effet, elle est une condition indispensable à notre intégration sociale, culturelle et économique. Or, force est de constater que la maîtrise de l'orthographe semble devenir de plus en plus difficile pour les enfants et les adolescents.

Il semble évident que l'acquisition du langage écrit et la maîtrise de l'orthographe exigent des enfants et adolescents un effort considérable. Devenir un scripteur expert nécessite souvent un travail laborieux car la maîtrise du langage écrit dépend de plusieurs facteurs et impose de pouvoir gérer des tâches multiples. Elle implique, par conséquent, un coût cognitif important, même lorsque le langage écrit est acquis depuis de nombreuses années.

Ainsi, de nombreuses études se sont intéressées aux différents facteurs susceptibles de soutenir l'apprentissage du langage écrit. Ces recherches ont ainsi démontré l'existence de prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, à savoir la connaissance des lettres, la conscience phonologique, la mémoire à court terme verbale et la dénomination rapide automatisée.

Cependant, compte tenu de la complexité des processus mis en place lors de l'apprentissage du langage écrit, nous nous questionnons quant à la présence d'autres facteurs, non spécifiques aux processus langagiers, qui pourraient influencer la maîtrise de l'écriture et de l'orthographe. Plus précisément, nous nous intéresserons aux fonctions attentionnelles et exécutives, dont nous connaissons l'importance dans différents domaines, notamment le succès social et académique (Diamond, 2013). A l'heure actuelle, peu d'études se sont toutefois intéressées aux rôles que ces fonctions pourraient jouer dans la maîtrise du langage écrit, et plus particulièrement de l'orthographe.

La présente recherche aura donc pour objectif de vérifier l'existence d'un lien entre le fonctionnement attentionnel et exécutif et les capacités orthographiques chez des adolescents âgés entre 15 et 18 ans.

Partie théorique



# Les fonctions attentionnelles et exécutives

---

## 1. Définition

A l'heure actuelle, les fonctions attentionnelles et exécutives sont considérées par de nombreux cliniciens comme étant intégrées tant ces deux fonctions sont difficilement séparables. Pour des raisons de clarté, nous les aborderons toutefois de façon distincte dans cette partie théorique.

### 1.1. Les fonctions attentionnelles

Il est difficile de proposer une définition simple de l'attention. A l'heure actuelle, la majorité des définitions proposées s'inspirent de la définition proposée par le philosophe et psychologue William James en 1890 (*The Principles of Psychology*) :

*« L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui sont présents simultanément [...] Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres [...] ».*

L'attention est une fonction de base dont l'intégrité est indispensable à notre bon fonctionnement cognitif (Leclercq & Zimmermann, 2014). Elle occupe une place centrale dans l'architecture cognitive et constitue, en quelque sorte, la jonction entre la conscience de l'individu et l'environnement. Les capacités attentionnelles sont impliquées dans l'ensemble de nos tâches quotidiennes et entretiennent des rapports étroits avec d'autres fonctions cognitives telles que le langage oral et écrit, le calcul, les praxies, la mémoire ou encore les fonctions exécutives. Par cette place centrale, l'attention a donc un impact important sur la vie sociale et scolaire. En effet, les capacités attentionnelles sont également fortement utilisées dans les apprentissages. Comment pourrions-nous apprendre de nouvelles informations sans faire preuve de concentration ?

L'attention est donc une fonction cognitive complexe, que la psychologie cognitive propose de diviser en plusieurs composants pouvant être sélectivement altérés à la suite d'une atteinte cérébrale. Les différents composants attentionnels sont la vitesse de traitement de l'information, l'alerte attentionnelle, l'attention sélective, l'attention divisée, l'attention soutenue et la vigilance.

- La vitesse de traitement

La vitesse de traitement de l'information est la vitesse à laquelle un individu traite une information et effectue une tâche relativement simple. Elle est l'un des principaux éléments du traitement cognitif. En effet, avoir une vitesse de traitement lente aura des répercussions sur l'ensemble des performances d'un individu.

- L'alerte

La notion d'alerte attentionnelle renvoie à un état d'éveil général permettant de traiter des informations et de réagir rapidement et de manière appropriée aux stimulations. En d'autres termes, l'alerte est donc la capacité à mobiliser rapidement ses ressources attentionnelles afin de réagir efficacement aux sollicitations. De ce point de vue, cette capacité constitue une base à toutes les performances attentionnelles et est indispensable pour avoir un comportement efficace.

On distingue deux types d'alerte, selon que l'on se prépare (alerte phasique) ou non (alerte tonique) à agir. L'alerte tonique renvoie aux fluctuations normales de notre disposition à traiter l'information tout au long de la journée. En effet, notre niveau d'éveil a tendance à diminuer progressivement au cours de la journée et il est important d'en tenir compte lorsque l'on souhaite évaluer les fonctions attentionnelles. L'alerte phasique, quant à elle, correspond à une modification soudaine de notre état d'éveil faisant suite à la présentation d'un signal avertisseur (sonore ou visuel). Ainsi, l'évaluation de l'alerte phasique renvoie à notre capacité à répondre de manière adéquate et rapide à un stimulus précédé par un signal avertisseur. En effet, on estime que le signal avertisseur devrait permettre au sujet de se préparer à réagir et, par conséquent, d'améliorer ses temps de réaction. C'est cette amélioration des temps de réaction qui correspond à la réaction d'alerte phasique.

- L'attention sélective

L'attention sélective est la capacité à répondre de manière sélective et prioritaire à une seule source d'informations (visuelle ou auditive) parmi d'autres, sans se laisser distraire. Ainsi, lorsque nous tentons de suivre une conversation dans un milieu bruyant, ou encore de nous focaliser sur notre ordinateur lorsque nous sommes au bureau sont des situations d'attention sélective.

L'attention sélective est une condition de base du fonctionnement cognitif. En effet, il est impossible de réaliser une tâche en traitant l'intégralité des stimulations présentes dans notre environnement. Au contraire, nous sommes amenés à ne traiter que les éléments de l'environnement qui sont pertinents par rapport à l'action en cours. Disposer de bonnes capacités d'attention sélective implique donc d'être capable d'inhiber les informations non pertinentes et distractrices, en résistant aux interférences que celles-ci peuvent produire. L'attention sélective est donc traditionnellement considérée comme impliquant un double mécanisme, à savoir l'activation de processus de focalisation sur l'objet de l'attention et l'inhibition des éléments distracteurs et non pertinents qui peuvent interférer avec le processus de focalisation. Nous ne détaillerons toutefois pas les capacités d'inhibition dans cette partie, car nous empiétons sur un autre domaine du fonctionnement cognitif, étroitement lié aux capacités attentionnelles, à savoir les fonctions exécutives.

- L'attention divisée

L'attention divisée renvoie à notre capacité à focaliser simultanément notre attention sur deux sources d'informations différentes (visuelle et/ou auditive) ou, en d'autres termes, de partager son attention entre plusieurs tâches. Dans la vie quotidienne, nous sommes régulièrement amenés à réaliser plusieurs activités en même temps. Par exemple, nous partageons inconsciemment notre attention lorsque nous discutons tout en conduisant. Les capacités d'attention divisée sont également fortement sollicitées dans le milieu scolaire, où il est demandé aux enfants de pouvoir écouter le professeur tout en prenant note de ce qu'il dit ou simplement en suivant sur sa feuille. Cette capacité que nous avons de pouvoir partager nos capacités attentionnelles implique, d'une part, de disposer de suffisamment de ressources attentionnelles et, d'autre part, de les attribuer selon les exigences des différentes tâches. En effet, plus une tâche sera complexe, plus elle sollicitera de ressources attentionnelles. Il est toutefois courant de voir que la performance des individus s'améliore avec la pratique, car la réalisation de chacune des tâches demande de moins en moins de ressources attentionnelles et devient de plus en plus automatique.

- L'attention soutenue et la vigilance

L'attention soutenue, connue davantage sous le terme « concentration » est la capacité à maintenir son attention de façon continue pendant une longue période de temps. Elle est mobilisée dans les activités où nous devons traiter un flux continu, important et rapide

d'informations. La conduite automobile est un bel exemple de mobilisation des capacités de concentration car elle nécessite un traitement actif et continu des informations de la part de l'individu.

La vigilance est une forme d'attention soutenue. Contrairement à la concentration toutefois, la monotonie constitue un aspect essentiel de la vigilance. Ainsi, la vigilance est la capacité à maintenir son attention durant une période prolongée, au cours de tâches extrêmement monotones avec peu de stimuli à traiter.

Les capacités attentionnelles sont donc des fonctions « puzzles », qui permettent d'alimenter l'ensemble des fonctions cognitives et qui sont intimement liées aux fonctions exécutives, que nous allons à présent développer.

## 1.2. Les fonctions exécutives

Les fonctions exécutives sont décrites comme un ensemble de processus de contrôle dits « de haut niveau », dont la principale fonction est d'adapter et d'orienter les actions et le comportement d'un individu face à une situation nouvelle, notamment lorsque la mise en œuvre de routines d'actions ne suffit pas (Diamond, 2013 ; Norman & Shallice, 1986 ; Van Der Linden et al., 2014). En effet, dans les situations automatisées ou routinières, les fonctions exécutives interviennent peu.

De plus, les fonctions exécutives sont souvent considérées comme le « chef d'orchestre » de la cognition. En effet, elles supervisent la coordination de toutes les autres fonctions cognitives et remplissent un rôle d'intégration de l'ensemble des fonctions mentales (Mazeau et al., 2021). Chez l'enfant, les fonctions exécutives contribuent également à la mise en place du développement cognitif et des apprentissages.

A l'heure actuelle, la conception dominante des fonctions exécutives en neuropsychologie cognitive est celle qui a été formalisée par le modèle du contrôle attentionnel de Norman et Shallice (1986). Selon ce modèle, la majorité des actions que nous réalisons reposent sur l'activation de routines d'actions, qui se définissent comme des schémas d'action. Ces routines, réalisées de manière automatique et sans contrôle attentionnel volontaire, permettent la réalisation de séquences d'actions surappries, comme préparer le repas par exemple. Dans certaines situations, les actions ne peuvent toutefois être réalisées par la simple activation de routines d'actions. Ainsi, lorsque plusieurs schémas sont

activés simultanément, le gestionnaire de conflits a pour fonction de sélectionner ceux qui sont les plus appropriés à la tâche en cours. Ce processus rapide de sélection n'est toutefois appliqué que pour les situations familières. Face à de nouvelles situations pour lesquelles il n'existe pas encore de routines d'actions, un système de contrôle attentionnel volontaire est nécessaire. Ce système, appelé dans le modèle de Norman et Shallice le système attentionnel superviseur (SAS), a pour fonction de moduler le gestionnaire de conflits en ajoutant de l'activation et de l'inhibition aux schémas, permettant ainsi à un schéma donné de prendre le dessus.

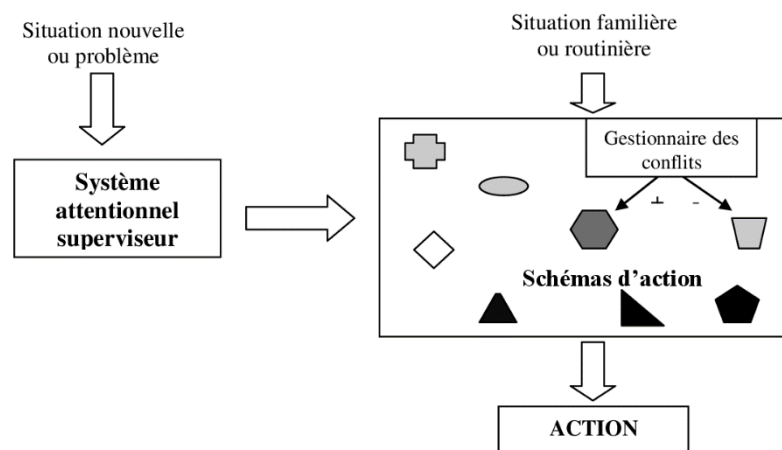


Figure 1 : Le modèle du contrôle attentionnel de Norman et Shallice (1986)

Plus récemment, le modèle de Miyake et de ses collègues (Miyake et Friedman, 2012 ; Miyake et al., 2000) suggère que les fonctions exécutives sont constituées de trois composantes, à savoir l'inhibition, la flexibilité cognitive et la mise à jour en mémoire de travail. D'autres chercheurs ont toutefois ajouté d'autres composantes, telles que la planification (Bailey, et al., 2015).

- L'inhibition

L'inhibition renvoie à l'ensemble des mécanismes qui permettent d'empêcher des informations non pertinentes de perturber l'activité en cours et de supprimer les informations devenues inutiles (Diamond, 2013). Elle est étroitement liée aux capacités attentionnelles et, particulièrement, à la notion de distractibilité (inhibition des distracteurs).

Deux dimensions peuvent être mises en évidence : premièrement, la capacité à inhiber une réponse dominante ainsi que les distracteurs issus de l'environnement externe et, secondement, la capacité à résister à l'interférence proactive ou, en d'autres termes, nos

pensées intrusives. (Friedman & Miyake, 2004). L'inhibition est donc notre capacité à contrôler et inhiber des automatismes verbaux ou moteurs et à ne pas traiter certains stimuli.

- La flexibilité

La flexibilité cognitive, quant à elle, est la capacité à déplacer rapidement et volontairement le focus attentionnel d'une opération cognitive à une autre ou d'une catégorie de stimuli à une autre. Dans le milieu scolaire par exemple, la flexibilité cognitive est régulièrement mobilisée lors d'un changement de consigne.

On distingue généralement deux formes de flexibilité : la flexibilité réactive dont nous venons de parler et la flexibilité spontanée, qui renvoie à la capacité de produire un flux d'idées à la suite d'une question simple (e.g. citer le plus possible d'animaux en une minute) (Van der Linden et al., 2014).

- La planification

La planification consiste à planifier dans le temps une séquence d'actions dirigées vers un but. Cela suppose l'anticipation, l'élaboration, l'organisation et le monitoring des programmes d'actions en fonction de la tâche à effectuer et du résultat souhaité. Ainsi, l'action de structurer son travail ou de ranger ses affaires implique la mobilisation des fonctions de planification.

- La mémoire de travail

Enfin, la mémoire de travail est un système de capacité limitée qui permet non seulement de maintenir temporairement des informations mais également de manipuler ces informations durant la réalisation d'une tâche cognitive.

Le modèle le plus influent de la mémoire de travail a été élaboré par Baddeley et Hitch en 1974 (Baddeley, 2000 ; Majerus, 2010). Selon ce modèle, la mémoire de travail est composée de trois sous-systèmes : l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. L'administrateur central, considéré comme étant la partie exécutive de la mémoire de travail, est largement assimilé au SAS du modèle de Norman et Shallice dont nous avons discuté précédemment. Son rôle consiste à la gestion des ressources attentionnelles et au contrôle des deux systèmes de stockage « esclaves », à savoir la boucle phonologique et le calepin visuospatial (respectivement responsable du traitement des informations auditivo-verbales et visuospatiales). Ensuite, un quatrième composant a été

ajouté à ce modèle, à savoir le buffer épisodique. Sous le contrôle de l'administrateur central, son rôle est d'intégrer et de stocker temporairement les informations provenant de la boucle phonologique et du calepin visuospatial, mais également de la mémoire à long terme. Ainsi, l'information est stockée sous la forme d'un code multimodal.

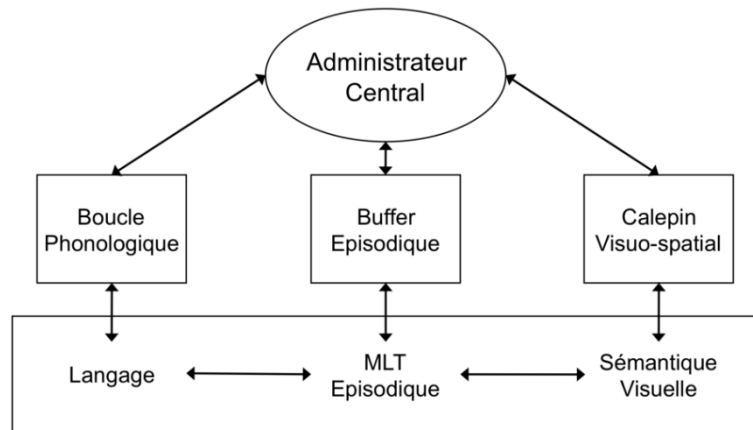


Figure 2 : Le modèle de mémoire de travail de Baddeley (2000)

Bien que le modèle de la mémoire de travail de Baddeley n'ait cessé d'évoluer, aucun consensus n'a toutefois été établi quant à l'ensemble des facteurs impliqués. Dans cette optique, Majerus et al. (2009) (Majerus, 2009, 2010) ont proposé le modèle A-OSTM (Attention, Order Short-Term Memory Activation Model) (voir fig. 3). Ce modèle suggère l'intervention de trois composantes de la mémoire de travail : l'activation temporaire du système langagier (phonologique, lexical et sémantique), le traitement de l'ordre sériel et l'attention sélective. Dans ce modèle, l'attention sélective occupe donc une place centrale.

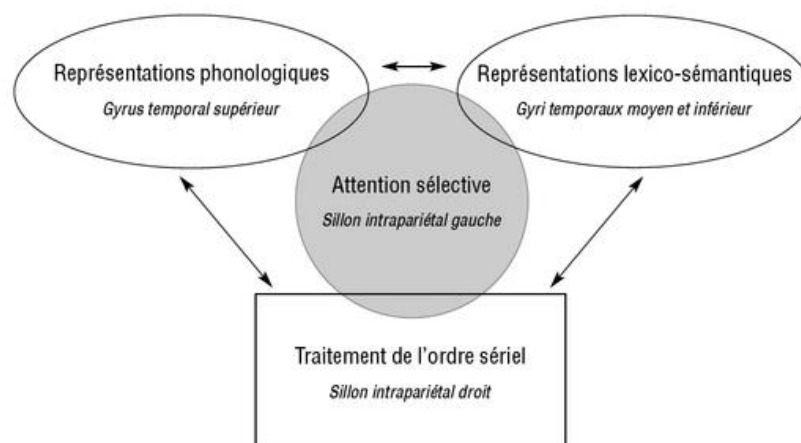


Figure 3 : Le modèle A-O-STM de la mémoire de travail de Majerus (2010)

## 2. Le développement des fonctions attentionnelles et exécutives

Les fonctions attentionnelles et exécutives étant étroitement liées, leur développement se réalise également simultanément, en lien avec la maturation du cortex frontal. Pour une question de lisibilité, nous avons toutefois décidé de décrire le développement de chacune d'entre elles séparément.

### 2.1. Les fonctions attentionnelles

Les fonctions attentionnelles principales se développent très précocement. Chez le nourrisson, il semble que l'attention dite « automatique » soit présente dès la naissance et se manifeste par des réflexes d'orientation vers la source d'informations. L'attention dite « volontaire » commence, quant à elle, à être fonctionnelle à partir de 3 mois. L'enfant est alors capable d'orienter volontairement son attention vers un stimulus puis vers un autre. Ainsi, Courage et al. (2006) ont montré que l'attention se développait en trois phases au cours de la première année (fig. 4). La première phase, de 0 – 8 semaines, est marquée par une augmentation progressive de la durée de fixation des stimuli, traduisant l'émergence des capacités d'alerte. La seconde phase, entre 14 et 26 semaines, se manifeste par une diminution de la durée de fixation. Cette phase renvoie aux capacités de désengagement et de flexibilité attentionnelle de l'enfant. Enfin, la dernière phase (entre 3 et 6 mois) se manifeste par un meilleur contrôle attentionnel. L'enfant est alors capable d'orienter son regard vers une cible et de le maintenir en inhibant temporairement les distracteurs. Ce n'est toutefois qu'à partir de 9 mois que s'installent les capacités d'attention conjointe ou, en d'autres termes, la capacité à porter son attention sur un référent commun. Cette capacité est indispensable au développement des capacités langagières de l'enfant et requiert une bonne attention sélective.

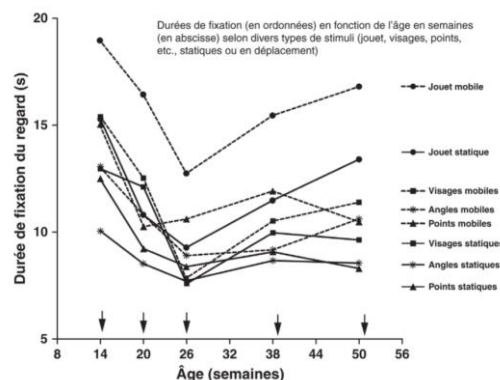


Figure 4 : Evolution des capacités attentionnelles entre 3 et 12 mois (Courage et al., 2006).



Les fonctions attentionnelles se mettent donc en place très précocement. Ce n'est toutefois qu'au cours de la deuxième année que l'enfant est capable de sélectionner les informations pertinentes pour la tâche en cours (Lussier et al., 2017).

Par la suite, les capacités attentionnelles vont continuer à croître progressivement, jusqu'à la fin de l'adolescence. Ainsi, il semblerait que les capacités d'attention sélective, fortement dépendantes du développement des fonctions exécutives, progressent de façon croissante entre 3 et 10 – 13 ans, tandis que l'attention soutenue s'améliore entre 2 et 12 ans. Enfin, les capacités d'attention divisée se développeraient plus tardivement et ce, jusqu'à la fin de l'adolescence (Mazeau et al., 2021). En effet, l'adolescence est une période clé pour la maturation du cortex frontal nécessaire au développement des capacités cognitives, en particulier les capacités attentionnelles et exécutives.

## 2.2. Les fonctions exécutives

Il est désormais admis que les fonctions exécutives se développent dès le plus jeune âge et atteignent, pour certaines, leur maturation en toute fin d'adolescence. Leur développement est, par ailleurs, lié au rythme de maturation corticale des lobes préfrontaux (Miyake et al., 2000). Puisque que le cerveau se développe de l'arrière vers l'avant (développement occipito-frontal), les fonctions exécutives sont donc les dernières fonctions à arriver à maturation. En effet, la maturation frontale étant achevée entre 18 et 25 ans, ce n'est qu'à partir de ce moment que les fonctions exécutives arrivent à maturation.

### ▪ L'inhibition

Chez le nourrisson, l'émergence des fonctions exécutives, et plus précisément des capacités d'inhibition, a été observée vers l'âge de 12 mois à l'aide du paradigme A-non-B (Piaget, 1936). Dans cette épreuve, on cache, sous les yeux de l'enfant, un objet dans un emplacement A puis dans un emplacement B. Les résultats montrent que les enfants de 8 mois ont tendance à continuer à ne chercher l'objet qu'en A et ce, jusque l'âge d'un an environ. En revanche, dès l'âge de 12 mois, les enfants parviennent à inhiber la première réponse (Diamond, 1985 ; Marcovitch & Zelazo, 1999).

Par la suite, les capacités d'inhibition continuent à croître régulièrement entre 1 et 5 ans. Ainsi, on observe chez ces enfants une plus grande capacité à différer la prise d'une récompense afin d'en recevoir une autre plus importante (Carlson, 2005). Ces progrès se

poursuivent ensuite, jusqu'à arriver à maturité à l'adolescence. Durant cette période, il semble que les adolescents développent plus particulièrement leur capacité d'autocontrôle (i.e. la capacité à contrôler leurs comportements pour produire des réponses appropriées).

- La flexibilité

Les capacités de flexibilité cognitive, quant à elles, se développent fortement entre l'âge de 3 et 4 ans (Majerus et al., 2020). Cette capacité à changer de consigne a notamment été observée chez les enfants à partir d'une épreuve de tri de cartes. Ainsi, les enfants âgés de 2 à 3 ans sont capables de trier des cartes en fonction d'une dimension initiale, comme la forme par exemple, mais échouent à changer de dimension. Ce n'est que vers l'âge de 4 – 5 ans que les enfants sont capables de basculer d'une règle à une autre (Zelazo et al., 2003). Ces résultats suggèrent donc que les capacités de flexibilité cognitive se développent fortement durant la période préscolaire, en particulier entre 3 et 4 ans. La période préscolaire s'avère donc particulièrement sensible pour le développement des fonctions exécutives. Les performances des enfants ne vont toutefois cesser de s'améliorer avec l'âge. Ainsi, les études utilisant le WSCT (Test de classement de cartes du Wisconsin) montrent que les performances des enfants croissent régulièrement entre l'âge de 6 et 10 ans. Vers l'âge de 10 ans, les enfants obtiennent alors des performances comparables à celles des adultes (Chelune et Baer, 1986).

Enfin, durant l'adolescence, les capacités de flexibilité cognitive vont davantage s'améliorer sur le plan de la précision (Best & Miller, 2010).

- La planification

Les capacités de planification ont été peu étudiées avant l'âge de 6 – 7 ans. En effet, peu d'épreuves sont étalonnées avant 6 ans. Il semble toutefois que les capacités de résolution de problèmes et de planification se mettent en place très progressivement à partir de l'âge de 6 – 7 ans et progresse avec l'âge.

Processus	Test/Paradigme	Effets liés à l'âge
Inhibition	Statue	Maturité environ 6 ans
	Attention visuelle ( <i>filtrage</i> )	Maturité environ 10 ans
	<i>Go/non go</i> (blocage)	Progrès entre 7 et 9 ans Maturité à 9 ans
Flexibilité	Fluence verbale	Maturité vers 11-12 ans
	Fluence figurale	Maturité entre 11 et 15 ans
	<i>Trail Making Test</i> (TMT)	Maturité entre 8 et 12 ans
	Alternance de jetons	Maturité vers 8 ans
	Alternance séries graphiques	Progrès entre 6 et 10 ans Maturité vers 10 ans

Planification	Tour de Londres	Progrès entre 7 et 13 ou 15 ans Maturité à 11-13 ou 15 ans (selon les auteurs)
	Tour de Hanoï	Maturité vers 6 ans pour 3 disques Progrès entre 8 et 12 ans pour 4 disques
	Figure de Rey	Progrès entre 4 et 9-12 ans Maturité vers 12-15 ans (selon les auteurs)

Figure 5 : Evolution des performances à différentes épreuves en fonction de l'âge (Mazeau et al. 2021)

- La mémoire de travail

Malgré le peu d'épreuves disponibles durant les premières années de vie des enfants, plusieurs chercheurs ont montré que des nourrissons de 6 mois étaient capables de se souvenir de l'endroit où ils avaient vu disparaître un objet, suggérant des manifestations précoces de la mémoire de travail (Reznick, Morrow, Goldman & Snyder, 2004).

Par la suite, une augmentation régulière de l'empan mnésique est observée entre l'âge de 2 et 16 ans environ, les adolescents de 16 ans ayant une performance comparable à celle des adultes (Mazeau et al., 2021).

- Résumé

Il est désormais bien établi que les fonctions exécutives se développent progressivement dès les premiers mois de la vie et ce, jusqu'au début de l'âge adulte. Il est toutefois intéressant de noter que certains modèles récents (Dennis, 2006 ; Diamond, 2013) soutiennent l'idée que les fonctions exécutives seraient indifférenciées chez les jeunes enfants et se différencieraient de manière progressive et spécifique au cours de leur développement. En effet, une étude longitudinale réalisée par Brydges et ses collaborateurs (2014) a révélé qu'à l'âge de 8 ans, les fonctions exécutives étaient relativement unitaires. Selon ces mêmes auteurs, ce ne serait qu'à partir de 10 ans que se distingueraient les différentes fonctions spécialisées telles que nous les connaissons à l'âge adulte.

# Les capacités orthographiques

---

## 1. Définition

Selon la définition du Larousse en ligne, l'orthographe fait référence à un ensemble de règles et d'usages définis comme norme pour écrire les mots d'une langue donnée.

On distingue généralement l'orthographe lexicale et l'orthographe grammaticale. L'orthographe lexicale, plus communément connue sous le nom d'orthographe d'usage, renvoie à l'orthographe traditionnelle du mot, telle qu'on la retrouve dans le dictionnaire. L'orthographe grammaticale, quant à elle, est fondée sur les règles de la grammaire et fait référence aux règles d'accords et de conjugaison.

## 2. Le développement de l'orthographe

L'apprentissage de l'orthographe fait l'objet d'un grand intérêt depuis de nombreuses années. En effet, la maîtrise orthographique est primordiale dans la vie quotidienne, que ce soit dans le domaine scolaire, social ou professionnel. Cependant, elle représente un véritable défi pour un grand nombre d'enfants.

Afin d'apprendre à orthographier correctement les mots et ainsi, devenir un scripteur expert, l'enfant doit développer et maîtriser différentes stratégies, semblables à celles utilisées pour lire les mots (Ehri, 1997). Néanmoins, l'acquisition de l'orthographe est plus fastidieuse que celle de la lecture et le lecteur expert lit correctement davantage de mots qu'il n'est capable d'en écrire correctement (Bosman & Van Orden, 1997). Cette différence s'explique par le fait que la lecture repose sur un processus de reconnaissance tandis que l'orthographe repose sur un processus de rappel. En d'autres termes, il est nécessaire d'avoir davantage d'informations en mémoire pour orthographier précisément un mot que pour lire celui-ci. Une explication supplémentaire de la différence entre la maîtrise de l'orthographe et la maîtrise de la lecture en français est l'asymétrie qui existe dans cette langue entre la consistance des correspondances graphèmes-phonèmes et la consistance des correspondances phonèmes-graphèmes. En effet, les correspondances grapho-phonémiques sont plutôt transparentes, alors que les correspondances phono-graphémiques sont davantage opaques (Ecalte & Magnan, 2015).

Afin d'apprécier l'évolution de ce domaine à travers les années, nous allons désormais décrire les données théoriques de l'apprentissage de l'orthographe.

### 2.1. Les modèles théoriques

Puisque les processus cognitifs sollicités lors de l'écriture sont très similaires aux processus impliqués lors de la lecture, de nombreux auteurs ont adapté le modèle de lecture à deux voies décrit par Frith (1985) au développement de l'orthographe (Barry, 1994 ; Ellis & Young, 1988 ; Roeltgen & Heilman, 1984 ; Tainturier & Rapp, 2000). Le lecteur-scripteur expert posséderait donc deux voies d'écriture, comme il possède deux voies de lecture (Coltheart et al., 2001 ; Patterson & Shewell, 1987).

Il pourrait faire appel, d'une part, à une transcription phonologique pour les mots réguliers, qu'ils soient familiers ou non. Cette procédure est basée sur la transformation de chaque son composant le mot en son équivalent graphémique et nécessite des connaissances spécifiques quant aux relations lettres-sons. Il s'agit de la procédure non lexicale ou indirecte, également appelée voie d'assemblage. D'autre part, le scripteur expert peut recourir à une transcription orthographique pour les mots familiers, qu'ils soient réguliers ou non. Dans ce cas, la représentation orthographique du mot est directement récupérée en mémoire. Cette procédure nécessite donc des connaissances spécifiques quant à la forme orthographique des mots. Il s'agit de la procédure lexicale ou directe, également appelée voie d'adressage.

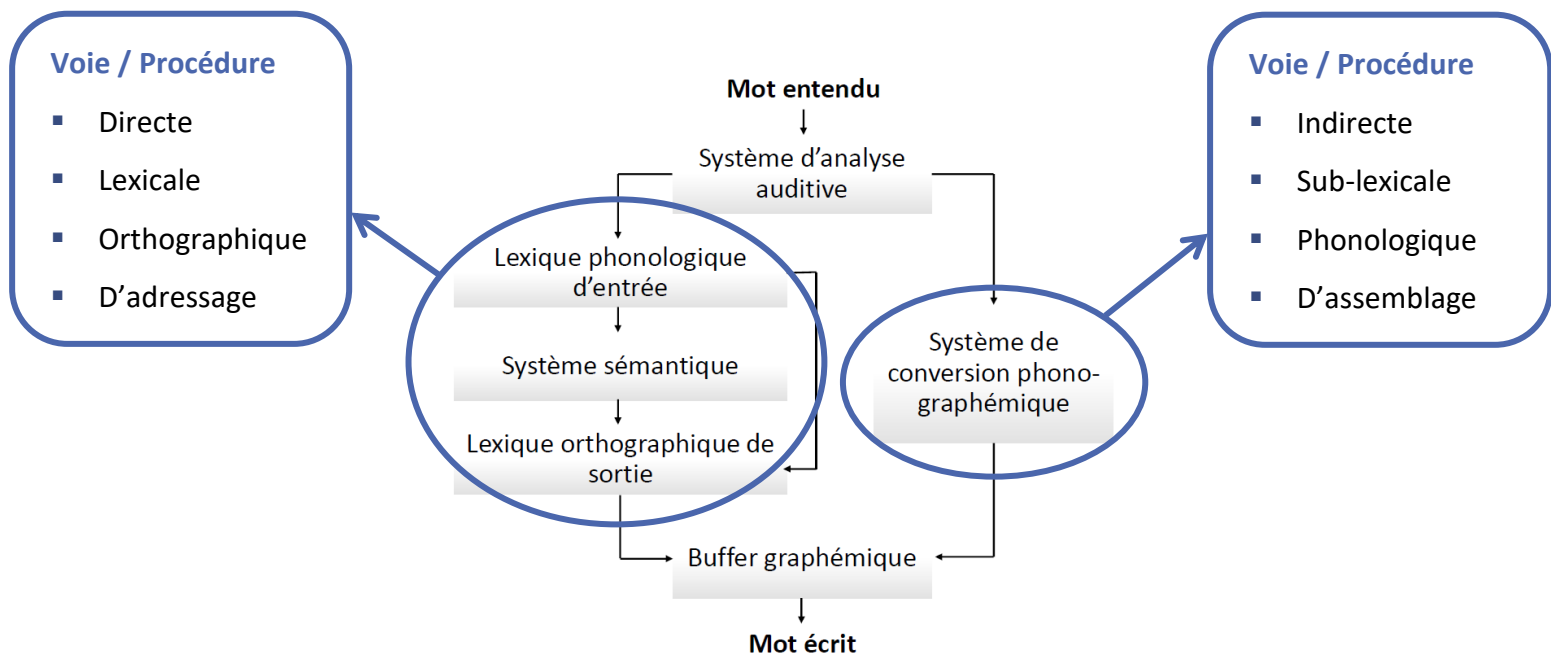


Figure 6 : Modèle d'écriture à double voie

Selon le modèle à deux voies, le scripteur expert disposerait donc de deux procédures indépendantes et distinctes lui permettant d'écrire tout type de mots. Cela implique que ces deux procédures pourraient être sélectivement altérées. En effet, la neuropsychologie clinique a décrit plusieurs cas de patients présentant une atteinte sélective des voies d'écriture. Ainsi, certains patients sont devenus incapables d'orthographier correctement des mots familiers, ce qui pourrait suggérer une atteinte sélective de la voie lexicale (Beauvois & Déroutes, 1981) tandis que d'autres présentaient un déficit en production écrite de pseudo-mots, ce qui suggère une atteinte sélective de la voie indirecte (Shallice, 1981). Il est également possible d'observer une altération simultanée des deux voies d'écriture, comme l'ont démontré Bub & Kertesz (1982).

Les modèles cognitifs ont donc démontré l'existence de deux procédures d'écriture. Nous allons désormais tenter d'expliquer, via les modèles développementaux, la façon dont ces deux procédures se mettent en place au cours de l'acquisition de l'orthographe.

## 2.2. Les différents stades d'acquisition de l'orthographe

Selon les modèles classiques, l'acquisition de l'orthographe se fait selon des étapes similaires à celles de la lecture. Ainsi, le modèle d'acquisition de la lecture et de l'écriture de Frith (1985) postule l'existence de trois stades successifs, chacun caractérisé par l'utilisation d'une stratégie spécifique.

Le stade « logographique » correspond à la première étape dans l'acquisition de l'écriture. A ce stade, l'écrit est abordé comme une image, un logo. L'enfant serait alors capable de « dessiner » quelques mots familiers, comme son prénom, sans avoir toutefois conscience qu'il utilise un code alphabétique.

Lors du stade « alphabétique », qui est le second stade d'apprentissage de l'écriture, l'enfant prendrait conscience des unités présentes dans les mots et ferait alors le lien entre les sons (i.e. les phonèmes) et les lettres (i.e. les graphèmes). A ce stade, l'enfant utiliserait ses connaissances alphabétiques pour écrire l'ensemble des mots, ce qui expliquerait les erreurs observées dans les mots dits irréguliers (e.g. « monsieur » écrit « messieu »). Cette stratégie correspond à la stratégie non lexicale ou phonologique du modèle à deux voies d'écriture.

Enfin, le stade « orthographique » débiterait au moment où l'enfant prend conscience que les règles de conversion ne permettent pas d'écrire l'ensemble des mots. L'enfant constituerait ainsi un lexique orthographique interne lui permettant de retrouver en mémoire l'orthographe des mots qu'il a déjà rencontrés. A ce stade, l'enfant est désormais capable d'écrire des mots irréguliers connus. Cette étape correspond donc à la stratégie lexicale ou orthographique du modèle à deux voies d'écriture.

En conclusion, les enfants doivent maîtriser de nombreuses règles pour pouvoir écrire correctement un grand nombre de mots. Cependant, le français est une langue complexe et il semblerait que nous devions mémoriser un nombre important de mots afin de les écrire correctement (Bousquet et al., 1999).

### 3. La complexité de l'orthographe française

Comme nous l'avons vu précédemment, l'orthographe de la langue française est particulièrement complexe. Son apprentissage nécessite non seulement de maîtriser les règles de conversion phonèmes-graphèmes, mais également de connaître les irrégularités orthographiques qui la composent.

#### 3.1. L'opacité de l'orthographe française

La langue française est composée de 26 lettres et de 36 phonèmes, ces 36 phonèmes pouvant être transcrits par 130 graphèmes (Peereman et al., 2007). En français, il est donc possible d'écrire un même phonème de plusieurs manières différentes. Par exemple, le son /o/ peut s'écrire « o », « au », « eau », « ot », ... La complexité de la langue française tient donc notamment du fait que le français est une langue dite « opaque ».

L'opacité d'une langue se traduit donc par le fait qu'un phonème peut être représenté par plusieurs graphèmes différents. A l'inverse, d'autres langues, comme le finnois ou l'italien par exemple, sont considérées comme « transparentes » car un seul graphème représente un seul phonème et inversement.

Bien que le français se situe parmi les systèmes les plus opaques en orthographe, dans le sens de la lecture, il est davantage considéré comme un système transparent puisque la plupart des mots écrits peuvent se lire sans ambiguïté, par l'application des règles de conversion graphèmes-phonèmes.

### 3.2. L'irrégularité de la langue française

Une autre explication de la complexité de la langue française tient de son irrégularité. En effet, il est fréquent que certaines conversions phonèmes-graphèmes soient irrégulières et se traduisent à l'écrit par un graphème qui ne correspond pas au son qu'il représente habituellement. Le mot « monsieur » est l'un des exemples les plus frappants et les plus familiers. En effet, la façon d'écrire ce mot n'est pas représentative des sons « e » (/ə/) et « eu » (/ø/).

Pour ces raisons, le français est une langue particulièrement complexe. En effet, le développement de l'orthographe française n'est possible qu'en combinant la maîtrise des règles de conversion et l'enrichissement du stock orthographique.

Toutefois, outre l'orthographe phonologique et l'orthographe lexicale, l'enfant doit également maîtriser une troisième orthographe, l'orthographe grammaticale, afin de devenir un scripteur expert. L'orthographe grammaticale fait référence aux règles d'accord et de conjugaison. En français, il existe de nombreuses règles d'accord dont l'origine n'est pas toujours connue.

## 4. Les capacités impliquées dans l'acquisition de l'orthographe

Afin d'orthographier correctement les mots et ainsi, devenir un scripteur expert, l'enfant doit donc maîtriser les particularités de la langue française. Les performances orthographiques des enfants dépendent toutefois de différentes composantes linguistiques, telles que la phonologie, le lexique et la morphologie par exemple, mais également de composantes non linguistiques, telles que l'intelligence non verbale, le niveau de lecture et les fonctions exécutives.

Ces différentes habiletés seront détaillées dans les prochains paragraphes.

### 4.1. Les compétences phonologiques

La conscience phonologique fait référence à la capacité à utiliser ses représentations phonologiques pour manipuler, de manière intentionnelle et explicite, les sons de la langue (syllabes, rimes et phonèmes). Plus précisément, les habiletés de conscience phonologique permettent de manipuler les unités phonologiques à travers différentes tâches, telles que l'identification, la segmentation, la fusion, la suppression, l'inversion ou la substitution de



syllabes ou de phonèmes. Ainsi, la manipulation consciente des syllabes fait référence à la conscience syllabique, tandis que la manipulation des phonèmes renvoie à la conscience phonémique.

La conscience phonémique est essentielle à l'apprentissage du langage écrit, car elle contribue à la découverte du principe alphabétique (Ecalte & Magnan, 2015). En effet, pour apprendre à écrire le mot « papa », l'enfant doit prendre conscience qu'il y a « p + a + p + a ». Enfin, la conscience phonémique semble être l'un des meilleurs prédicteurs des performances en écriture (Castles & Coltheart, 2004), en particulier en ce qui concerne l'orthographe phonétique (Caravolas et al., 2001).

#### 4.2. Les compétences lexicales

Le vocabulaire et la sémantique (i.e. la signification des mots) semblent jouer un rôle dans les performances orthographiques dans la mesure où la signification des mots serait utile pour distinguer des homophones et ainsi choisir l'orthographe appropriée selon le contexte. A l'aide du contexte et de la connaissance du sens des mots, nous pourrions ainsi déterminer l'orthographe correcte du mot « mes » dans la phrase « J'ai rassemblé mes documents » grâce à la connaissance des différentes catégories grammaticales. De plus, l'enfant peut également s'appuyer sur les représentations lexicales stockées en mémoire pour retrouver l'orthographe correcte d'un mot. Enfin, une étude réalisée par Lonigan (2007) a également montré que le vocabulaire est particulièrement lié aux habiletés de conscience phonologique et semble influencer leur développement. Il faut toutefois noter que d'autres études n'ont pas montré de corrélation significative entre le niveau de vocabulaire réceptif et les mesures d'apprentissage orthographique (Cunningham, 2006 ; Cunningham et al., 2002 ; Share, 2007).

Les études portant sur le lien existant entre la rapidité d'accès lexical (i.e. la capacité à dénommer le plus rapidement possible des items familiers tels que des lettres, des chiffres, des objets ou des couleurs) et les performances en orthographe montrent également des résultats variables. En effet, plusieurs études ont montré que les capacités de dénomination rapide automatisée étaient significativement liées aux capacités orthographiques (Jongejan et al., 2007 ; Savage et al., 2008 ; Stainthorp et al., 2013). D'autres études, cependant, ont révélé que la dénomination rapide automatisée ne prédit pas les performances d'apprentissage orthographique (Cunningham, 2006 ; Cunningham et al., 2002 ; Share, 2007). Des études

supplémentaires semblent donc nécessaires pour déterminer si les capacités de dénomination rapide automatisée prédisent ou non les performances orthographiques.

#### 4.3. Les compétences morphologiques

L'orthographe de la langue française implique non seulement les plus petites unités distinctives de la chaîne orale (i.e. les phonèmes), mais également les plus petites unités significatives de la chaîne écrite (i.e. les morphèmes) (Catach, 2003 ; Huot, 2001). Pour orthographier correctement un mot, il est évident que la connaissance des règles de conversion phonèmes-graphèmes est indispensable. Cependant, celle-ci n'est pas suffisante, car ces correspondances sont souvent irrégulières et certaines caractéristiques morphologiques de la langue française sont inaudibles (Catach, 2003). En effet, la morphologie dite « dérivationnelle » permet de déduire l'existence d'une lettre muette en effectuant une dérivation à partir d'un mot de la même famille morphologique (p. ex. : chanteur → chant). Ainsi, Pacton et ses collaborateurs (2013) ont démontré l'utilisation d'informations morphologiques pour écrire de nouveaux mots chez des enfants francophones de 3<sup>ème</sup> année primaire. La morphologie dite « flexionnelle » est, quant à elle, indispensable à la grammaire car elle comprend l'ensemble des marques liées à la syntaxe, telles que les marques de conjugaison, de genre et de nombre (Verhoeven & Carlisle, 2006). Les compétences morphologiques semblent donc jouer un rôle important dans la maîtrise de l'orthographe, aussi bien lexicale que grammaticale.

#### 4.4. La connaissance des lettres

La connaissance des lettres fait référence à plusieurs compétences telles que la connaissance du nom des lettres, la connaissance du son des lettres et leur tracé. La connaissance du nom des lettres se développe au cours de la période préscolaire et favorise l'apprentissage de la lecture et de l'écriture (Ecalte et al., 2008 ; Foulin, 2007 ; Treiman, 2006). En effet, plusieurs études ont montré que la connaissance du nom des lettres participe non seulement à l'apprentissage du son des lettres (Share, 2004) mais également au développement de la conscience phonémique (Castles & Coltheart, 2004 ; Carroll, 2004) et à l'établissement des relations lettres-phonèmes qui sont indispensables à l'apprentissage de la lecture et de l'écriture (Biot-Chevrier et al., 2008). D'autres études ont également montré que la connaissance des lettres contribue à l'apprentissage de l'orthographe chez les jeunes enfants (Caravolas et al., 2001 ; Share, 2004).

#### 4.5. Le niveau intellectuel

Il paraît évident que le niveau d'intelligence pourrait être un facteur explicatif de différences individuelles en orthographe. Néanmoins, plusieurs études n'ont pas montré d'influence du fonctionnement cognitif général sur les performances orthographiques (Cunningham, 2006 ; Cunningham et al., 2002 ; Share, 2007).

#### 4.6. Le niveau de lecture

Les capacités de lecture semblent également jouer un rôle important dans la maîtrise de l'écriture et de l'orthographe. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence une forte corrélation entre ces deux compétences au début de l'apprentissage du langage écrit (Caravolas et al., 2001 ; Ellis & Cataldo, 1990 ; Juel et al., 1986). En effet, selon Ehri (1997), la lecture et l'orthographe relèvent presque de la même habileté car elles reposent toutes deux sur des principes communs : la connaissance du système alphabétique et la connaissance de l'orthographe spécifique des mots. De plus, lecture et orthographe utilisent les mêmes représentations orthographiques (Holmes & Davies, 2002). Les processus cognitifs impliqués dans l'écriture sont donc très similaires aux processus impliqués dans la lecture. Ainsi, parallèlement à sa capacité à identifier les mots à partir de leur forme écrite, le lecteur expert acquiert la capacité à attribuer aux mots l'orthographe qui leur correspond. Il semble toutefois que la maîtrise de l'orthographe soit plus laborieuse que celle de la lecture. En effet, la représentation complète de la séquence des lettres est nécessaire pour orthographier correctement un mot, tandis que pour le lire, une représentation partielle pourrait suffire (Ehri, 1997). De ce fait, la lecture repose sur un processus de reconnaissance tandis que l'orthographe est une tâche de rappel des formes orthographiques stockées en mémoire (Siffrein-Blanc & George, 2010). Ramus et ses collaborateurs (2003) ont, par ailleurs, avancé que les difficultés orthographiques seraient secondaires au déficit de lecture.

#### 4.7. Les fonctions exécutives

Enfin, les fonctions exécutives semblent également jouer un rôle dans l'apprentissage et la maîtrise de l'orthographe. Ce point sera toutefois détaillé dans la section suivante, destinée à expliquer le lien entre les fonctions exécutives et les apprentissages scolaires.

# Le lien entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les apprentissages scolaires

---

Comme nous l'avons vu, l'ensemble des apprentissages peuvent être plus ou moins impactés par des difficultés attentionnelles ou exécutives. En effet, chaque nouvel apprentissage nécessite de l'enfant ou de l'adolescent qu'il possède de bonnes capacités d'attention sélective et soutenue (afin de faciliter la prise d'informations pertinentes), de mémoire de travail (pour permettre la compréhension des consignes et des explications), de mémoire à long terme (afin de mémoriser et de maintenir en mémoire les informations apprises), d'inhibition (afin de résister aux interférences) et de flexibilité cognitive (afin de passer facilement d'une consigne à une autre, par exemple). Les fonctions attentionnelles et exécutives jouent donc un rôle crucial dans la réussite scolaire de l'enfant.

Nous allons à présent décrire différentes études portant sur le lien existant entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les apprentissages scolaires, et plus particulièrement sur le langage écrit et les mathématiques.

## 1. Le langage écrit

- Les fonctions exécutives

A l'heure actuelle, peu d'études se sont intéressées au rôle que pourrait jouer les fonctions exécutives dans l'apprentissage du langage écrit et, plus particulièrement, la maîtrise de l'orthographe. Or, il semble que les fonctions exécutives soient impliquées dans toutes nos activités, à condition qu'elles ne fassent pas uniquement appel à des traitements cognitifs automatisés (Zesiger, 2009). Il semble donc légitime de croire qu'à chaque nouvel apprentissage, l'enfant mobilise ses ressources exécutives, celui-ci étant, par définition, non automatisé et cognitivement coûteux. Ainsi, certaines études avancent que les fonctions exécutives influenceraient le développement de certains prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit. Blair et Razza (2007), par exemple, ont montré que les capacités d'inhibition étaient significativement associées à la conscience phonémique et à la connaissance des lettres chez de jeunes enfants de 3<sup>ème</sup> maternelle. Preßler et ses collègues (2013) ont également démontré que les enfants ayant de faibles capacités de mémoire de travail présentaient également de faibles capacités de conscience phonologique en 1<sup>ère</sup> année

primaire. Enfin, d'autres auteurs ont également montré que la conscience phonémique et la connaissance des lettres étaient liées à la mémoire de travail et à une mesure composite de l'inhibition et de la flexibilité cognitive (Welsh et al., 2010).

De récentes études (Boulc'h et al., 2017) ont également démontré les liens entre le langage écrit et les fonctions exécutives. En effet, les processus d'identification des mots écrits sollicitent l'administrateur central, tandis que l'attention et l'inhibition des informations non pertinentes sont fondamentales pour la lecture. De bonnes capacités de mémoire de travail sont également indispensables à la bonne compréhension d'un texte. Enfin, d'autres récentes études ont montré que les capacités d'inhibition, de mémoire de travail et de planification sont associées aux performances de l'enfant en lecture (Engel de Abreu et al., 2016). Une méta-analyse réalisée par Swanson et collaborateurs en 2009 met également en évidence que des enfants présentant des difficultés de lecture obtenaient également de moins bonnes performances en mémoire de travail. D'autres études ont toutefois démontré que la mémoire de travail ne contribuait pas aux performances en lecture (Oakhill et al., 2003 ; Sesma et al., 2009).

Outre l'influence des fonctions exécutives sur le développement des prédicteurs du langage écrit et la lecture, il semble également que celles-ci contribuent au processus d'écriture en tant que tel. Ainsi, Kellogg et ses collègues (2013) ont montré que les capacités d'inhibition étaient indispensables à la bonne orthographe d'un mot dans la mesure où elles permettent de supprimer les représentations lexicales inadéquates du mot afin de diriger son attention vers la représentation appropriée. Les capacités de flexibilité cognitive, quant à elles, permettraient de passer de l'ensemble inhibé au nouvel ensemble activé. Hooper et ses collègues (2002) ont également révélé que des enfants de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> primaire présentant des difficultés d'écriture présentaient également de moins bonnes performances en flexibilité. Les capacités de mémoire de travail semblent également prédire l'écriture de mots chez des enfants de 2<sup>ème</sup> année primaire (Niedo et al., 2014).

Il est toutefois important de noter que la majorité des études évaluant le lien entre les fonctions exécutives et les capacités de langage écrit ont été réalisées sur une population anglophone. Or, l'anglais est une langue particulièrement opaque par rapport au français, en particulier pour les correspondances graphèmes-phonèmes (Moll et al., 2014). Peu d'études ont toutefois été réalisées sur une population francophone.

- Les capacités attentionnelles

Les capacités attentionnelles semblent également impliquées dans l'apprentissage du langage écrit. En effet, Stipek et Valentino (2015) considèrent l'attention comme un prédicteur robuste des performances obtenues dans une tâche de compréhension à la lecture et ce, particulièrement au début de l'école primaire. D'autres auteurs ont également montré que l'attention évaluée en 2<sup>ème</sup> année maternelle exerce une influence sur certains prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, tels que la conscience phonémique et la connaissance des lettres en 3<sup>ème</sup> année maternelle (Walcott et al., 2010). Dans leur analyse, Duncan et collaborateurs (2007) ont également constaté que l'attention prédit de façon significative les performances en lecture évaluée au début de la scolarité primaire. D'autres études ont également démontré que le niveau d'inattention en 1<sup>ère</sup> année primaire influence et prédit les performances en lecture de mots (Dittman, 2013 ; Martinussen et al., 2014). Enfin, une étude réalisée chez des enfants francophones de 2<sup>ème</sup> année primaire révèle que l'inattention, évaluée à l'aide d'un questionnaire complété par les enseignants, explique une part importante des performances en décodage (Fluss et al., 2009).

De plus, il semblerait que l'attention soit également un prédicteur précoce du développement de l'écriture (Kent et al., 2014). En effet, il semble évident que l'attention a un impact important sur les capacités d'écriture et d'orthographe. Lors d'une prise de notes par exemple, l'enfant doit être capable de gérer une double tâche (écrire et écouter). Il doit également faire preuve d'une grande concentration et être capable de sélectionner les informations pertinentes.

Enfin, plusieurs études ont démontré la présence de difficultés d'écriture chez les enfants atteints d'un trouble attentionnel. Par exemple, Re et ses collaborateurs (2014) ont révélé qu'un nombre important d'enfants atteints d'un TDAH commettent davantage de fautes d'orthographe comparativement aux enfants qui ne présentent pas de difficultés attentionnelles.

Notons toutefois que la majorité des études citées ne précisent pas les composantes du fonctionnement attentionnel qui ont été évaluées. Dans notre étude, nous évaluerons donc séparément l'impact des capacités d'alerte et d'attention divisée à l'aide de tâches informatisées.

## 2. Les mathématiques

Les mathématiques représentent un domaine fortement impacté par les difficultés attentionnelles et exécutives, tant les exigences en termes de choix, de flexibilité, d'inhibition et de planification sont importantes.

Certains auteurs ont montré que les capacités exécutives des enfants sont associées à leurs compétences en mathématiques (Clark et al., 2014).

Ainsi, Swanson et collaborateurs (2009) ont démontré dans leur méta-analyse que les capacités de mémoire de travail pourraient expliquer les différences de performances observées dans l'apprentissage des mathématiques. Fayol (2018) constate également que la mémoire de travail est positivement corrélée avec les performances en mathématiques chez les enfants. Enfin, d'autres études montrent également que les capacités en mémoire de travail représentent un prédicteur robuste des performances en mathématiques (Bull & Lee, 2014 ; Passolunghi et al., 2007 ; Stipek & Valentino, 2015).

Plusieurs études ont également démontré un lien entre l'inhibition et la flexibilité et les habiletés mathématiques (Bull & Scerif, 2010 ; Gerst et al., 2015 ; Yeniad et al., 2013). Plusieurs études suggèrent toutefois que les relations observées entre l'inhibition et la flexibilité et les performances en mathématiques seraient observées en raison du manque de contrôle de l'impact de la mémoire de travail sur ces variables (Bull & Lee, 2014 ; Monette et al., 2011).

Enfin, il semble également que l'attention soit un prédicteur robuste des performances en mathématiques (Stipek & Valentino, 2015 ; Duncan et al., 2007).

## 3. Résumé

Depuis plusieurs années, les recherches scientifiques s'intéressent de plus en plus à l'implication des fonctions attentionnelles et exécutives dans l'acquisition du langage écrit et des mathématiques. Cependant, les recherches réalisées dans ces domaines concernent peu les enfants francophones. De plus, les études relatives à l'apprentissage de l'écriture et, plus particulièrement, aux capacités orthographiques sont encore plus rares et utilisent généralement des épreuves d'expressions écrites et non de dictées (Kent et al., 2014 ; Kim et al., 2015).

# Résumé de la partie théorique

---

Que pouvons-nous retenir ?

Rappelons d'abord que l'implication de nos capacités attentionnelles dans l'ensemble de nos tâches quotidiennes et les rapports étroits qu'elles entretiennent avec d'autres fonctions cognitives telles que le langage oral et écrit, le calcul, les praxies, la mémoire ou encore les fonctions exécutives. Occupant une place centrale, les fonctions attentionnelles ont donc un impact important sur la vie sociale et scolaire et sont fortement utilisées dans les apprentissages. Elles peuvent être divisées en plusieurs composants, à savoir la vitesse de traitement, l'alerte tonique et phasique, l'attention sélective, l'attention divisée, l'attention soutenue et la vigilance.

Nous avons également démontré que les capacités attentionnelles étaient fortement liées aux fonctions exécutives, dont le rôle sur la réussite scolaire est également très important. Pour rappel, les fonctions exécutives sont mobilisées dans l'ensemble des nouvelles tâches ne faisant pas uniquement appel à des traitements cognitifs automatisés. Parmi les fonctions exécutives, nous pouvons notamment mentionner la mémoire de travail, l'inhibition, et la flexibilité.

Ensuite, nous avons démontré que le scripteur expert possédait deux voies d'écriture : la voie d'assemblage, basée sur l'apprentissage des règles de conversion phonèmes-graphèmes et la voie d'adressage, basée sur l'accès direct aux représentations orthographiques. L'enfant doit toutefois maîtriser une troisième orthographe afin de devenir un scripteur expert : l'orthographe grammaticale, spécifique aux règles d'accord et de conjugaison, qui apparaît plus tardivement dans le développement. Nous avons également vu que plusieurs compétences étaient impliquées dans l'acquisition de l'orthographe dont la conscience phonologique, les compétences lexicales et morphologiques, l'intelligence non verbale, le niveau de lecture et les fonctions exécutives.

Enfin, nous avons décrit, à l'aide de différentes études, le lien existant entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les apprentissages scolaires, et plus particulièrement, le langage écrit et les mathématiques.



Partie pratique

## Objectifs et hypothèses

---

Ces dernières années, de nombreuses études se sont intéressées aux facteurs impliqués dans l'apprentissage du langage écrit et ont mis en évidence l'existence de prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit.

Nous l'avons vu, l'acquisition du langage écrit implique toutefois un ensemble de processus complexes et il nous est difficile d'exclure l'influence d'autres facteurs cognitifs. Ainsi, nous nous interrogeons sur le rôle que les fonctions attentionnelles et exécutives pourraient avoir sur les performances en langage écrit et, plus particulièrement, sur la maîtrise de l'orthographe. Bien que peu d'études se soient penchées sur ce sujet, il est désormais reconnu que ces capacités jouent un rôle important dans différents domaines de la vie quotidienne et sont impliquées dans le succès social et académique (Diamond, 2013). En effet, il a été démontré que les fonctions attentionnelles interviennent dans la grande majorité des tâches cognitives et que les fonctions exécutives sont mobilisées dès que nous faisons face à une situation nouvelle, notamment lorsque la mise en œuvre de traitements automatisés ne suffit pas. Or, l'acquisition du langage écrit étant un nouvel apprentissage, il est caractérisé par des processus lents, cognitivement coûteux et non automatisés. Il nous semble donc judicieux de penser que ces fonctions pourraient également avoir une influence sur les performances en langage écrit.

Notre projet vise donc à mieux comprendre quels peuvent être les effets du fonctionnement attentionnel et exécutif sur les capacités orthographiques. Nous en profiterons également pour confirmer le caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit.

Bien que ces dernières années, plusieurs études aient révélé l'existence d'un lien entre l'attention et les fonctions exécutives et l'écriture de mots chez des enfants anglophones scolarisés dans l'enseignement primaire, à notre connaissance, aucune de ces études ne s'est intéressée à l'influence que pourraient avoir ces fonctions sur les capacités orthographiques d'adolescents scolarisés dans l'enseignement secondaire.

Ainsi l'objectif principal poursuivi par cette recherche sera donc d'évaluer le caractère prédictif du fonctionnement attention et exécutif sur les capacités d'orthographe lexicale et

grammaticale chez de jeunes adolescents âgés entre 15 et 18 ans. Plus précisément, nous tenterons d'identifier, parmi ces deux catégories, celles qui sous-tendent les performances en orthographe chez les adolescents.

Un second objectif sera d'évaluer, lorsque les performances en orthographe sont prédites à la fois par les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et par les fonctions attentionnelles et exécutives, lesquelles prédisent le mieux les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale.

Pour atteindre nos objectifs, plusieurs épreuves seront proposées aux adolescents. Les différentes épreuves utilisées sont tirées de batteries existantes et seront détaillées dans la section suivante.

# Méthodologie

---

## 1. Participants

Lors de la réalisation de cette étude, 60 adolescents tout-venants âgés entre 15 et 18 ans ont été recrutés. Le nombre de participants nécessaire à notre recherche a été calculé en fonction du nombre de prédicteurs impliqués dans le design expérimental. En effet, plusieurs études ont démontré que les analyses de régression requièrent entre dix et vingt sujets par variable prédictive afin d'obtenir des résultats précis et exacts (Austin & Steyerberg, 2015 ; Peduzzi et al., 1995).

Le recrutement s'est réalisé auprès de spécialistes évaluant les troubles des apprentissages (logopèdes, (neuro)psychologues, professeurs...) et d'établissements scolaires mais également via le bouche-à-oreille, la voie d'affichage (i.e. dans des centres paramédicaux, des pharmacies, des salles d'attente...) et les réseaux sociaux. Des appels téléphoniques et des mails ont donc été adressés aux différents établissements scolaires et professionnels paramédicaux afin de leur présenter notre étude et leur demander d'expliquer l'objectif de notre projet aux adolescents qui répondaient aux différents critères de sélection et qui seraient susceptibles d'accepter de participer à notre étude.

Les parents ou tuteurs des adolescents qui ont accepté de participer à l'étude ont été informés des objectifs de celle-ci puis invités à remplir le formulaire de consentement. Certains adolescents étant majeurs, ceux-ci pouvaient signer le formulaire eux-mêmes. Tous les adolescents étaient toutefois invités à signer un second formulaire de consentement leur étant destiné. Notons que lorsque le recrutement était réalisé dans une école, la direction était informée des objectifs de notre étude et l'accord de celle-ci devait également être obtenu au préalable.

Les 60 adolescents participant à l'étude devaient être scolarisés dans le deuxième degré du secondaire général et technique. Pour pouvoir utiliser leurs résultats, ils devaient également présenter un niveau d'efficiences intellectuelle suffisant et avoir comme langue maternelle le français, avec un niveau de vocabulaire suffisant également. Enfin, les capacités de lecture des adolescents ont également été évaluées afin d'exclure la présence d'un trouble de la lecture, celui-ci étant susceptible d'avoir un impact sur leurs capacités orthographiques.

Sur base de ces critères et afin d’avoir un échantillon le plus représentatif possible de la population générale, nous avons décidé d’exclure de notre échantillon trois adolescents. En effet, deux d’entre eux pourraient présenter un trouble de la lecture (temps de lecture supérieur aux 3 minutes données et nombre important d’erreurs), tandis que le troisième a obtenu des scores déficitaires à l’épreuve des Matrices.

Enfin, il est important de noter que deux adolescents présentaient des difficultés graphiques. Il leur a donc été proposé de réaliser la dictée sur ordinateur, en empêchant toutefois l’utilisation des outils orthographiques (prédicteur et correcteur).

## 2. Matériel

Les capacités des adolescents ont été évaluées à l’aide des mêmes épreuves. Le niveau intellectuel non verbal et verbal des participants a été évalué à l’aide du subtest Matrices de l’échelle d’intelligence de Wechsler (WISC-V ou WAIS-IV) et de l’Échelle de vocabulaire en images de Peabody (EVIP, Dunn et al., 1993). Ensuite, le niveau de lecture a été évalué à l’aide du test d’analyse de la lecture et de la dyslexie (ALOUETTE-R, Lefavrais, 2005). Ces différentes épreuves ont permis de contrôler les critères d’inclusion. Les prédicteurs spécifiques à l’acquisition du langage écrit ont également été évalués, ainsi que les capacités attentionnelles et exécutives et les capacités orthographiques des adolescents.

### 2.1. Le niveau intellectuel

Afin d’évaluer le niveau d’intelligence non-verbale des adolescents, l’épreuve des Matrices a été proposée. Pour les adolescents de 15 ans, l’Échelle d’intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents - 5ème édition (WISC-V, Wechsler, D., 2016) a été utilisée tandis que pour les adolescents âgés de 16 ans et plus, l’Échelle d’intelligence de Wechsler pour adultes - 4ème édition (WAIS-IV, Wechsler, D., 2011) a été préférée. En effet, La WISC-V est un instrument clinique d’évaluation cognitive destiné aux enfants et adolescents âgés de 6 ans à 16 ans 11 mois. La WAIS-IV, quant à elle, est destinée aux sujets âgés de 16 ans à 79 ans 11 mois. L’épreuve des Matrices permet d’évaluer les capacités d’intelligence fluide, l’intelligence visuospatiale générale, la classification et les aptitudes spatiales, la connaissance des relations entre le tout et ses parties, les processus simultanés et l’organisation perceptive (Flanagan & Kaufman, 2009 ; Groth-Marnat, 2009 ; Sattler, 2008b). Il sollicite également la mémoire de travail et requiert une certaine attention aux détails visuels. Cette épreuve est constituée de

trente-deux items dans la WISC-V et de 26 items dans la WAIS-IV, de difficulté progressive. Pour chaque item, l'adolescent doit regarder une matrice ou une série de figures géométriques incomplètes et identifier, parmi plusieurs propositions, celle qui permet de compléter la matrice ou la série. Avant de débiter l'épreuve, des exemples sont proposés afin de s'assurer de la bonne compréhension des consignes de l'exercice. En cas de réponse incorrecte, un feedback est fourni et la réponse correcte est donnée. Ensuite, l'épreuve commence à l'item de départ correspondant à l'âge chronologique de l'adolescent. Si l'adolescent n'obtient pas une note parfaite à l'un des deux premiers items présentés, les items précédents lui sont administrés en ordre inverse jusqu'à l'obtention de deux notes parfaites consécutives. L'épreuve est ensuite arrêtée au moment où l'adolescent commet 3 erreurs successives. Il est important de noter que pour cette épreuve, les scores bruts obtenus par les participants ont été transformés en notes standards afin de pouvoir comparer les performances de l'ensemble des participants. La mesure retenue dans le cadre de notre étude est donc la note standardisée (NS) obtenue par les adolescents.

Les capacités de compréhension verbale (i.e. le vocabulaire réceptif) des adolescents ont été évaluées à l'aide d'une tâche de désignation d'images, l'Échelle de vocabulaire en images Peabody (EVIP, Dunn et al., 1993). L'EVIP est une épreuve qui s'adresse aux enfants et adolescents âgés de 2 ans et 6 mois à 18 ans, présentant une vue et une audition correctes. Cette épreuve est composée de 5 items d'essai suivis de 170 items classés par difficulté croissante. Chaque item correspond à une planche comprenant quatre images présentées en noir et blanc. L'adolescent doit alors désigner l'image qui correspond le mieux au mot stimulus prononcé à voix haute par l'examineur. L'épreuve commence à l'item correspondant à l'âge chronologique de l'adolescent. Une base de 8 réponses correctes consécutives doit être établie avant de progresser dans cette épreuve. Ainsi, si l'adolescent commet une erreur durant les 8 premiers items réalisés, l'item précédant celui qui a été présenté en premier est proposé jusqu'à l'obtention de 8 items corrects successifs. Une fois la base établie, l'épreuve reprend à partir de l'item échoué. Ensuite, l'épreuve est arrêtée une fois que l'adolescent commet 6 erreurs au sein d'une série de 8 réponses consécutives (plafond). Le score brut obtenu par l'adolescent est ainsi calculé en soustrayant au score plafond, les erreurs réalisées entre la base supérieure le plafond inférieur. La durée de passation de l'épreuve est variable

mais relativement courte. Son administration dure entre 8 et 15 minutes. La mesure retenue dans le cadre de notre étude est le score brut obtenu par les adolescents.

## 2.2. Les capacités de lecture

Le niveau général de lecture des adolescents a également été évalué afin d'exclure la présence d'un trouble de la lecture. Cette étude portant sur les capacités orthographiques, la présence d'une dyslexie risque d'engendrer des résultats non représentatifs de la population générale.

Les capacités de lecture ont donc été évaluées à l'aide de l'épreuve de l'Alouette-R, un test d'analyse de la lecture et de la dyslexie (Lefavrais, 2005). L'Alouette est un outil de dépistage des difficultés en lecture, permettant de déterminer le niveau général de lecture chez des enfants et adolescents âgés entre 6 et 16 ans. Il permet d'évaluer la précision et la rapidité de leur lecture à voix haute. Cette épreuve consiste à lire à haute voix un texte composé de 265 mots en un temps donné de 3 minutes. Après 3 minutes, la tâche est donc interrompue. Si l'adolescent lit le texte en moins de 3 minutes, son temps de lecture est noté. Plusieurs indices principaux sont pris en compte, dont le nombre de mots lus et le nombre d'erreurs commises. Les erreurs comprennent un mot mal lu, sauté isolément ou encore une ligne sautée. A noter que ce texte est volontairement dépourvu de sens afin que l'adolescent ne puisse pas s'appuyer sur le contexte pour lire le texte. La mesure retenue dans le cadre de notre étude est l'indice de vitesse (CTL), permettant de prendre en compte non seulement le temps mais aussi l'exactitude de lecture.

## 2.3. Les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit

La conscience phonologique a été évaluée à l'aide d'une épreuve de suppression phonémique créée par Mlle Ilana Habran en 2021 dans le cadre de son mémoire. Cette épreuve, composée de 16 items, consiste à supprimer le phonème médian ou final d'un non-mot uni ou bi-syllabique. La justesse des réponses ainsi que le temps de réponse sont alors pris en considération. Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi de retenir comme mesure le temps de réalisation de l'épreuve car nous estimons que la majorité des adolescents devraient présenter une certaine maîtrise des capacités de suppression phonémique.

La mémoire à court terme phonologique a également été évaluée à l'aide de l'épreuve de répétitions de non-mots (Poncelet & Van der Linden, 2003). Cette épreuve est composée

de deux listes de non-mots, de structure syllabique différente. La première liste est composée non-mots simples dont la structure syllabique est « consonne-voyelle » (CV), tandis que la seconde liste est composée non-mots complexes dont la structure syllabique est « consonne-consonne-voyelle » (CCV). La liste CV est constituée de 7 séries de longueur croissante de 2 à 8 syllabes, tandis que la liste CCV est constituée de 5 séries de 2 à 6 syllabes. Il est alors demandé aux adolescents de répéter les mots qu'ils ont entendus immédiatement après leur production. Ceux-ci sont informés en début d'épreuve que les séquences deviendront de plus en plus longues et qu'ils n'ont droit qu'à une seule écoute. Plusieurs indices sont pris en compte : la longueur de l'empan (i.e. la dernière longueur pour laquelle un item au moins a été réussi) (le score maximum est 8 pour la condition CV et 6 pour la condition CCV), le nombre d'items réussis (sur 21 pour la condition CV et sur 15 pour la condition CCV) et le nombre de syllabes réussies (sur 105 pour la condition CV et sur 60 pour la condition CCV). Une syllabe est considérée comme réussie si elle ne contient pas plus d'une transformation permise. Les syllabes mal répétées sont retranscrites dans une grille de correction. Dans la condition simple (CV), les items de longueurs 3, 4 et 5 sont réussis s'ils ne contiennent pas plus d'une transformation permise, tandis que les items de longueurs 6, 7 et 8, sont considérés comme réussis s'ils ne contiennent pas plus de 2 transformations permises. Dans la condition complexe (CCV), les items de longueurs 3 et 4 sont réussis s'ils ne contiennent pas plus d'une transformation permise, tandis que les items de 5 et 6 sont considérés comme réussis s'ils ne contiennent pas plus de 2 transformations permises. Il est également important de noter qu'un item échoué peut être composé de syllabes qui sont toutes réussies. Les transformations permises permettent de s'assurer que les erreurs commises sont dues à des difficultés de mémoire phonologique à court terme et non à des difficultés d'identification des phonèmes dans une séquence non familière.

La mesure retenue dans le cadre de notre étude est le nombre total d'items réussis sur l'ensemble de l'épreuve (36 items).

#### 2.4. Les capacités orthographiques

L'orthographe lexicale et grammaticale des adolescents a été évaluée à l'aide de la batterie Chronosdictées (Baneath et al., 2006). Chronosdictées est un outil de dépistage des troubles orthographiques permettant d'évaluer les capacités orthographiques de patients âgés de 7 ans jusqu'à l'âge adulte, avec ou sans contrainte temporelle. Chacune des dictées a



été élaborée selon des critères précis et spécifiques permettant d'explorer différents versants de l'orthographe, à savoir les erreurs phonétiques, syntaxiques, de segmentation et d'usage. Seule la dictée A, sans contrainte temporelle, a été proposée. Cette épreuve consiste à retranscrire 8 phrases dictées oralement. L'ensemble des phrases sont lues une première fois. Ensuite, lors de la dictée, chaque phrase est segmentée en petites parties afin d'éviter qu'une éventuelle difficulté de mémoire à court terme verbale interfère avec la transcription. Chaque partie n'est toutefois répétée qu'une seule fois. Enfin, toutes les phrases sont relues. Au cours de cette relecture, les adolescents peuvent corriger leurs éventuelles erreurs.

Les mesures retenues dans le cadre de notre étude sont le nombre d'erreurs lexicales et le nombre d'erreurs grammaticales commises lors de la dictée.

## 2.5. Les capacités attentionnelles et exécutives

Une évaluation approfondie des capacités attentionnelles et exécutives des adolescents a été réalisée à l'aide de plusieurs épreuves de la batterie « Tests d'Évaluation de l'Attention », version 2.3.1 (TEA, Zimmermann & Fimm, 1994). Ainsi, différents niveaux d'évaluation seront envisagés et notamment l'alerte phasique et tonique, l'attention divisée ainsi que les capacités de flexibilité.

Pour chacune des épreuves proposées, plusieurs items d'entraînement étaient réalisés avant de commencer l'exercice.

### ▪ L'alerte

Pour rappel, la notion d'alerte renvoie à un état d'éveil général permettant de réagir rapidement et de manière appropriée aux stimulations. Cette capacité est indispensable pour nous permettre d'avoir un comportement efficace et constitue une base à toutes les performances attentionnelles.

Dans l'épreuve d'alerte, les temps de réaction de l'adolescent sont examinés sous deux conditions de présentation : la première condition permet d'évaluer les temps de réaction simples, sans stimulation (alerte tonique). Il est demandé à l'adolescent de réagir le plus rapidement possible en appuyant sur une touche-réponse dès qu'il voit apparaître une croix au centre de l'écran. Dans la deuxième condition, un stimulus sonore faisant office de signal avertisseur est présenté peu de temps avant l'apparition de la croix, à laquelle l'adolescent doit, à nouveau, réagir le plus rapidement possible en appuyant sur la touche-réponse. Cette

condition permet donc d'évaluer l'alerte phasique. La durée de passation de cette épreuve avoisine les 5 minutes.

Dans le cadre de notre projet, la mesure retenue est les temps de réaction dans la condition d'alerte tonique, afin de rendre compte du niveau d'éveil des adolescents.

- **L'attention divisée**

Pour rappel, l'attention divisée est la capacité à diviser notre attention entre plusieurs tâches et est essentielle à la réalisation simultanée de différentes activités, comme c'est généralement le cas en milieu scolaire.

Durant cette épreuve, il est demandé à l'adolescent de réaliser deux tâches simultanément. Une épreuve visuelle et une épreuve auditive sont donc proposées en même temps. L'adolescent doit alors repérer le carré formé par quatre croix contiguës et, en même temps, détecter les successions de sons identiques. Cette épreuve dure environ 6 minutes.

La mesure retenue dans le cadre de notre étude est le nombre de réponses correctes sur 33. Nous avons choisi cette mesure car elle correspond au nombre de fois où l'adolescent focalise son attention sur l'information visuelle et auditive.

- **La flexibilité**

Comme nous l'avons vu précédemment, la notion de flexibilité renvoie à notre capacité de passer rapidement d'une opération mentale à une autre. Il s'agit, par exemple, de la capacité de l'enfant à changer de consignes dans un exercice.

La flexibilité a été évaluée à l'aide de l'épreuve de flexibilité « Alternance lettres et chiffres » de la batterie informatisée TEA. Il s'agit d'une tâche d'alternance entre deux cibles, basée sur une procédure de type changement de catégorie. Lors de cette épreuve, un chiffre et une lettre apparaissent simultanément à gauche et à droite du centre de l'écran. Il est demandé à l'adolescent de réagir alternativement à un type de stimulus puis à un autre. L'objectif est d'appuyer le plus rapidement possible sur la touche-réponse située du même côté que la cible (lettre ou chiffre, par exemple) qui apparaît à l'écran. Le temps de passation de cette épreuve est d'environ 3 minutes.

La mesure retenue est le nombre de réponses correctes sur 100. Cette mesure a été retenue car elle correspond au nombre de fois où l'adolescent est capable de passer d'une cible à une autre.

### 3. Procédure

Les différentes séances de testing ont été réalisées de manière individuelle. Seule l'épreuve de Chronosdictées a pu être administrée de manière collective lorsque nous en avons la possibilité. La passation des épreuves a été réalisée dans les écoles, au domicile de l'adolescent ou encore à mon cabinet privé. Le lieu de passation a donc été déterminé en fonction des préférences et des disponibilités des adolescents et de leurs parents. Les conditions de passation devaient toutefois être optimales. Une pièce calme, sans bruit et bien éclairée était toujours privilégiée.

Le testing s'est déroulé sur une seule séance dont la durée avoisinait généralement une heure. L'ordre de passation des différentes épreuves a été contrebalancé afin de contrôler autant que possible les biais méthodologiques.

### 4. Implications éthiques

Les données recueillies lors de cette recherche resteront strictement confidentielles et analysées de manière anonyme. En effet, les protocoles de données et les fichiers informatiques ont été rendus confidentiels. L'utilisation de ces données ne permettra donc pas d'identifier les différents participants. En effet, chaque protocole sera codé de la façon suivante : « deux premières lettres du prénom - deux premières lettres du nom ».

Les participants étaient également informés qu'ils étaient libres de quitter l'étude à tout moment sans justification et sans répercussion.

Au début de l'étude, chaque participant recevait un formulaire d'information (Annexe 1) sur les buts et objectifs de l'étude. Etant donné que la majorité des participants de l'étude étaient mineurs, l'accord des parents devait être obtenu avant de commencer. Si ceux-ci acceptaient de participer à l'étude, ils étaient invités à remplir et à signer le formulaire de consentement de participation (Annexe 2) réalisé en double exemplaire. Ce formulaire garantissait la confidentialité de leurs données et les informait qu'ils pouvaient se retirer de l'étude à tout moment. Tous les adolescents étaient également invités à signer un second

formulaire de consentement leur étant destiné (Annexe 3). En effet, chaque adolescent était libre de participer ou non à l'étude, de manière volontaire et non sous la contrainte. Enfin, ils étaient informés qu'ils n'encouraient aucun risque.

## 5. Analyses statistiques

L'ensemble des analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS. Seuls les résultats ayant une probabilité de dépassement inférieure au seuil de signification de 5% ( $p < 0,05$ ) étaient considérés comme statistiquement significatifs. Les résultats dont la probabilité de dépassement se situait entre 5 et 10% ( $0,05 > p < 0,10$ ), étaient considérés comme étant de tendance significative.

Nous commencerons d'abord par des statistiques descriptives (moyennes et écarts-types) afin de décrire les caractéristiques des adolescents participants.

Nous présenterons ensuite les statistiques et résultats obtenus pour les différents objectifs évalués.

Pour rappel, nous tenions tout d'abord à confirmer le caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit sur les performances en orthographe des adolescents. Ensuite, nous souhaitons également évaluer le caractère prédictif des capacités attentionnelles et exécutives sur les performances en orthographe des adolescents.

Afin de répondre à ces deux objectifs, des corrélations brutes entre les variables prédictives (les prédicteurs spécifiques à l'acquisition de l'orthographe d'une part et les fonctions attentionnelles et exécutives d'autre part) et les variables dépendantes (les performances en orthographe, et plus précisément en orthographe lexicale et grammaticale) ont été réalisées. Pour chacune des variables prédictives possédant des corrélations statistiquement significatives, des analyses de régression multiples hiérarchiques ont été réalisées. Ces analyses de régression permettent d'évaluer l'apport de chacun des prédicteurs et de spécifier l'influence de chacun d'eux considérés isolément. Chaque prédicteur sera introduit de manière progressive dans les analyses. Nous commencerons d'abord par l'âge, l'intelligence non verbale, les connaissances lexicales et les capacités de lecture afin de contrôler leur part d'influence sur les variables étudiées (dans le cas où ces variables présenteraient des corrélations significatives).

Enfin, l'objectif principal était de déterminer, lorsque les performances en orthographe étaient prédites à la fois par les prédicteurs spécifiques à l'acquisition de l'orthographe et par les fonctions attentionnelles et exécutives, quelles fonctions prédisaient au mieux ces performances.

Pour répondre à ce dernier objectif, d'autres analyses de régression seront réalisées en ne mettant, dans les modèles, que les prédicteurs apparus comme indépendants dans les précédentes analyses de régression.

# Résultats

## 1. Statistiques descriptives

Notre échantillon est constitué de 57 adolescents âgés entre 15 et 18 ans, dont 33 filles et 24 garçons. La moyenne et l'écart-type de chacune des variables ont également été calculés.

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
<b>Facteurs cognitifs généraux</b>					
Âge	57	15	18	16,19	1,008
Matrices (NS)	57	5	14	10,53	2,276
EVIP	57	127	167	149,67	8,822
ALOUETTE CTL	57	275	555	380,89	62,052
<b>Prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit</b>					
SUP PHONO TPS	57	31	103	45,82	14,725
REP NM Total Items	57	14	29	23,58	3,515
<b>Capacités orthographiques</b>					
DICTEE Er. Lex.	57	0	17	5,26	3,725
DICTEE Er. gram.	57	0	25	8,86	5,317
<b>Capacités attentionnelles et exécutives</b>					
AT TR	57	196	1047	270,02	125,406
ATT DIV RC	57	20	33	30,09	2,688
FLEX RC	57	57	100	89,65	9,115

Tableau 1 : Statistiques descriptives

La normalité des données a ensuite été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov qui s'avère particulièrement robuste pour des échantillons supérieurs à 50 sujets (Tableau 3). Ce test nous amène à rejeter l'hypothèse de normalité pour un grand nombre de variables. Ces résultats nous amènent à penser que les adolescents qui ont participé à notre étude sont très performants, ou au contraire peu performants, pour la majorité des tâches qui leur ont été proposées.

	N	D	P
<b>Facteurs cognitifs généraux</b>			
Âge	57	0,278	<0,001
Matrices NS	57	0,196	<0,001
EVIP	57	0,156	0,002
ALOUETTE CTL	57	0,088	>0,1
<b>Prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit</b>			
SUP PHONO TPS	57	0,215	<0,001
REP NM Total Items	57	0,101	>0,1
<b>Capacités orthographiques</b>			
DICTEE Er. Lex.	57	0,124	0,029
DICTEE Er. gram.	57	0,104	>0,1
<b>Capacités attentionnelles et exécutives</b>			
AT TR	57	0,331	<0,001
ATT DIV RC	57	0,194	<0,001
FLEX RC	57	0,157	0,001

Tableau 2 : Test de normalité

## 2. Corrélations

Etant donné la non-normalité de la distribution des données, nous avons décidé d'utiliser des tests non-paramétriques pour les analyses de corrélation.

Afin d'évaluer les corrélations pouvant exister entre les performances orthographiques des adolescents et les autres variables, et étant donné la non-normalité des données, des corrélations de Spearman ont été réalisées. Pour les variables dont la normalité a été respectée, les corrélations de Pearson ont été préférées.

Nous présenterons d'abord les corrélations réalisées entre les facteurs généraux (cognitifs et non cognitifs) et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale. Ensuite, les corrélations réalisées entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités orthographiques seront présentées. Enfin, nous terminerons par présenter les

corrélations effectuées entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités orthographiques des adolescents.

### 2.1. Corrélations entre les facteurs généraux et les capacités d'orthographe

Les corrélations effectuées entre les facteurs généraux et les erreurs orthographiques commises dans le cadre de l'épreuve de dictées sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 4). Celles-ci ont donc été réalisées via le test non-paramétrique de Spearman.

	DICTÉE ER LEX		DICTÉE ER GRAM	
	$\rho$	p	$\rho$	p
<b>ÂGE</b>	0,039	0,775	-0,170	0,207
<b>MATRICES</b>	0,098	0,466	0,110	0,417
<b>EVIP</b>	0,186	0,166	-0,328	<b>0,013</b>
<b>ALOUETTE CTL</b>	0.499	<b>&lt; 0.001</b>	-0.374*	<b>0.004</b>

\* Corrélation de Pearson

Tableau 3 : Corrélations entre les facteurs généraux et les capacités orthographiques

Il apparaît donc que les capacités lexicales (EVIP) sont corrélées significativement avec les erreurs grammaticales, tandis que les capacités de lecture corréler aussi bien avec les erreurs lexicales que les erreurs grammaticales. Plus précisément, il semblerait que posséder de bonnes connaissances lexicales réduise la quantité d'erreurs grammaticales commises. Au contraire, plus le temps de lecture est long et les erreurs commises nombreuses, plus les adolescents risquent de commettre des erreurs orthographiques.

Il est également intéressant de noter que, contrairement à ce que nous aurions pu penser, les capacités lexicales ne présentent aucune corrélation significative avec les capacités d'orthographe lexicale des adolescents. D'autres études ont toutefois démontré qu'il n'existait aucune corrélation significative entre le niveau de vocabulaire réceptif et les mesures d'apprentissage orthographique (Cunningham, 2006 ; Cunningham et al., 2002 ; Share, 2007).



## 2.2. Corrélations entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe

Les corrélations réalisées entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités orthographiques sont présentées dans le tableau 5.

	DICTÉE ER LEX		DICTÉE ER GRAM	
	$\rho$	p	$\rho$	p
<b>SUP PHONO TPS</b>	0,344	<b>0.009</b>	0.266	<b>0,045</b>
<b>REP NM TOTAL ITEM</b>	-0.303	<b>0.022</b>	-0.449*	<b>&lt; 0.001</b>

\* Corrélation de Pearson

Tableau 4 : Corrélations entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités orthographiques

Les résultats obtenus dans le cadre de notre projet confirment la valeur prédictive des capacités de conscience phonologique sur les capacités orthographiques. Plus précisément, il apparaît que le temps obtenu lors de la réalisation de l'épreuve de suppression phonémique soit corrélé aussi bien avec le nombre d'erreurs lexicales qu'avec le nombre d'erreurs grammaticales commises par les adolescents lors de la dictée. Ainsi, plus les adolescents prennent du temps pour réaliser l'épreuve de suppression phonémique, plus ils sont susceptibles de commettre des erreurs orthographiques.

Comme nous pouvions le supposer, les capacités de mémoire à court terme phonologique corrélient également avec les capacités orthographiques des adolescents. Ainsi, plus les adolescents obtiennent des scores élevés à l'épreuve de répétition de non-mots, moins ils sont susceptibles de commettre des erreurs orthographiques.

Il est toutefois intéressant de noter que seule la condition complexe « CCV » présente des corrélations significatives. Il apparaît donc que la complexité syllabique ait un impact important sur les capacités orthographiques. La différence entre les structures syllabiques simples « CV » et les structures syllabiques complexes « CCV » pourrait être liée à la nature de la structure syllabique des items « CCV ». En effet, les groupes consonantiques « CC » sont plus difficiles à segmenter que les groupes « CV », ce qui pourrait entraîner une disparition plus rapide de leurs représentations phonologiques au sein de la mémoire à court terme (Poncellet et Van der Linden, 2003).

### 2.3. Corrélations entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités d'orthographe

Enfin, les corrélations réalisées entre les performances obtenues aux différentes épreuves évaluant les fonctions attentionnelles et exécutives et les performances obtenues à l'épreuve de dictée évaluant les capacités orthographiques sont présentées dans le tableau 6.

	DICTÉE ER LEX		DICTÉE ER GRAM	
	$\rho$	p	$\rho$	p
<b>AT TR</b>	0.108	0.426	< 0.001	1
<b>ATT DIV RC</b>	0.045	0.742	0.070	0.604
<b>FLEX RC</b>	-0.143	0.288	-0.235	<b>0.079</b>

Tableau 5 : Corrélations entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités orthographiques

Parmi les fonctions attentionnelles et exécutives évaluées dans le cadre de notre projet, aucune d'entre elles ne présente de corrélation statistiquement significative avec les capacités orthographiques des adolescents. Seul le nombre de réponses correctes obtenues à l'épreuve de flexibilité présente une tendance significative. Ainsi, plus les adolescents évalués obtiennent un score élevé en flexibilité, moins ils ont tendance à commettre des erreurs d'orthographe grammaticale. Les capacités d'alerte et d'attention divisée, quant à elles, ne semblent pas liées aux capacités orthographiques des adolescents.

### 3. Régressions multiples hiérarchiques

Les analyses de corrélation que nous avons réalisées nous ont permis de révéler les liens existant entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale des adolescents ainsi qu'entre les fonctions attentionnelles et exécutives et ces mêmes capacités orthographiques. Afin de s'assurer que les liens que nous avons obtenus sont pertinents, nous avons réalisé des analyses de régression hiérarchique.

Avant de réaliser ces analyses de régression, nous avons vérifié les conditions d'application afin de s'assurer que nos résultats soient interprétables. Ces conditions sont la linéarité des relations entre les variables dépendantes et indépendantes, l'indépendance des observations, la normalité des résidus, l'homogénéité des résidus, pas de points influents (outliers) et enfin pas de multicolinéarité. L'ensemble de ces conditions étant respectées, nous pouvons donc interpréter les différents résultats obtenus dans nos analyses de régression.

Comme pour les corrélations, nous présenterons d'abord les régressions réalisées entre les prédicteurs spécifiques du langage écrit pour lesquels nous avons obtenu des corrélations significatives, et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale. Ensuite, les régressions réalisées entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités orthographiques des adolescents seront présentées.

Dans chacune des régressions réalisées, nous avons d'abord introduit comme premières variables explicatives, les connaissances lexicales ainsi que le score obtenu à l'épreuve de l'Alouette afin de contrôler leur influence sur les variables étudiées, lorsque ceux-ci présentaient une corrélation significative. L'âge et l'intelligence non-verbale (Matrices) n'ont pas été inclus dans les modèles puisque ces deux variables ne présentaient aucune corrélation significative avec le nombre d'erreurs orthographiques commises à l'épreuve de dictée. Après avoir évalué la pertinence des modèles, nous avons utilisé la méthode "forward" pour sélectionner la variable qui apporte l'explication la plus significative et la méthode "backward" pour éliminer les variables ne contribuant pas significativement au modèle et ce, afin de déterminer quelle variable contribue le plus au modèle lorsque les différentes variables sont combinées.

### 3.1. Régressions entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe

- Orthographe lexicale

Les régressions réalisées entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe lexicale sont présentées dans le Tableau 7.

DICTÉE ER LEX				
	R <sup>2</sup> ajusté	ΔR <sup>2</sup> ajusté	F	p
<b>MODÈLE 1</b>	0,249	0,249	19,58	<b>&lt;0,001</b>
<b>MODÈLE 2</b>	0,360	0,111	5,74	<b>0,006</b>

Tableau 6<sup>1</sup> : Régressions multiples hiérarchiques entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe lexicale

Les résultats montrent que le 1<sup>er</sup> modèle, composé uniquement de l'indice de vitesse de l'Alouette, explique une proportion significative de la variance des erreurs lexicales. Nous obtenons également des résultats significatifs pour le second modèle, ce qui signifie que l'ajout des scores obtenus à l'épreuve de suppression phonémique et à l'épreuve de répétitions de non-mots contribue à l'amélioration de l'explication de la variabilité de la variable dépendante. Plus précisément, il semble que l'ajout de ces deux variables dans le second modèle explique 11,1% de la variance du modèle.

Le Tableau 8 nous permet de déterminer le caractère indépendant de chacun des prédicteurs sur les performances en orthographe lexicale. Nous observons que la mémoire à court terme phonologique prédit de manière significative les performances en orthographe lexicale. Celle-ci explique environ 5% ( $\Delta R^2$  ajusté = 0,049 et  $p=0,028$ ) de la variance des performances en orthographe lexicale. La conscience phonologique, quant à elle, contribue également aux capacités orthographiques. Celle-ci explique environ 6% ( $\Delta R^2$  ajusté = 0,062 et  $p=0,023$ ) de la variance des performances en orthographe lexicale.

Il est toutefois intéressant de noter que parmi les variables évaluées, c'est le score obtenu à l'Alouette qui prédit le mieux les capacités d'orthographe lexicale.

<sup>1</sup> Modèle 1 : ALOUETTE CTL  
Modèle 2 : ALOUETTE CTL, SUP PHONO TPS, REP NM Total Items  
Variable dépendante : Dictée ER LEX

		DICTÉE ER LEX				
		$\Delta R^2$ ajusté	B	ET B	$\beta$	p
VARIABLES INCLUES	REP NM TOTAL ITEM	0,049	-0,273	0,121	-0,258	<b>0,028</b>
	SUP PHONO TPS	0,062	0,068	0,029	0,268	<b>0,023</b>

Tableau 7<sup>2</sup> : Scores obtenus pour chacune des variables prédictives du modèle

- Orthographe grammaticale

Enfin, les régressions réalisées entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe grammaticale sont présentées dans le Tableau 9.

DICTÉE ER GRAM				
	R <sup>2</sup> ajusté	$\Delta R^2$ ajusté	F	p
<b>MODÈLE 1</b>	0,228	0,228	9,29	<b>&lt;0,001</b>
<b>MODÈLE 2</b>	0,326	0,098	4,92	<b>0,011</b>

Tableau 8<sup>3</sup> : Régressions multiples hiérarchiques entre les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et les capacités d'orthographe grammaticale

A nouveau, les résultats montrent que le 1<sup>er</sup> modèle, composé de l'indice de vitesse de l'Alouette et du score obtenu à l'EVIP, explique une proportion significative de la variance des erreurs grammaticales. Nous obtenons également des résultats significatifs pour le second modèle. Ces résultats révèlent que les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, à savoir la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique, expliquent 9,8% de la variance des erreurs grammaticales lorsque les connaissances lexicales et le niveau de lecture sont contrôlés.

En effet, le Tableau 10 montre que le nombre d'erreurs grammaticales possède deux prédicteurs indépendants : la conscience phonologique, qui rend compte de 4% de la variance du modèle ( $\Delta R^2$  ajusté = 0,04 et  $p < 0,05$ ) et la mémoire à court terme phonologique qui explique environ 6% ( $\Delta R^2$  ajusté = 0,058 et  $p < 0,05$ ) de la variance des performances en orthographe grammaticale.

<sup>2</sup> Note.  $\Delta R^2$  ajusté = part de variance spécifique au prédicteur ; B = valeur du coefficient de régression B ; ET B = Ecart-type du coefficient de régression B ;  $\beta$  = valeur du coefficient standardisé  $\beta$

<sup>3</sup> Modèle 1 : ALOUETTE CTL, EVIP

Modèle 2 : ALOUETTE CTL, EVIP, SUP PHONO TPS, REP NM TOTAL ITEM

		DICTÉE ER GRAM				
		$\Delta R^2$ ajusté	B	ET B	$\beta$	p
VARIABLES INCLUES	SUP PHONO TPS	0,04	0,088	0,043	0,243	0,046
	REP NM TOTAL ITEM	0,058	-0,392	0,185	-0,259	0,039

Tableau 9 : Scores obtenus pour chacune des variables prédictives du modèle

### 3.2. Régressions entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités d'orthographe

Pour rappel, aucune corrélation significative n'a été observée entre les fonctions attentionnelles et exécutives et les capacités d'orthographe lexicale. Nous n'avons donc pas réalisé d'analyse de régression sur ces variables.

Seule une tendance significative a été observée entre le nombre de réponses correctes obtenues à l'épreuve de flexibilité cognitive et les capacités d'orthographe grammaticale. La régression est présentée dans le Tableau 11.

DICTÉE ER GRAM				
	R <sup>2</sup> ajusté	$\Delta R^2$ ajusté	F	p
<b>MODÈLE 1</b>	0,228	0,228	9,29	<0,001
<b>MODÈLE 2</b>	0,266	0,038	3,8	0,057

Tableau 10<sup>4</sup> : Régressions multiples hiérarchiques entre les erreurs de flexibilité cognitive et les capacités d'orthographe grammaticale

A nouveau, les résultats montrent que le 1<sup>er</sup> modèle explique une proportion significative de la variance des erreurs grammaticales. Nous obtenons toutefois des résultats non significatifs, mais à tendance significative pour le second modèle. Ces résultats pourraient suggérer que le score obtenu à l'épreuve de flexibilité explique peu la variance des erreurs grammaticales lorsque les connaissances lexicales et le niveau de lecture sont contrôlés.

En effet, le Tableau 12 montre que le score obtenu à l'épreuve de flexibilité cognitive présente une tendance significative dans la prédiction des erreurs grammaticales. Celui-ci pourrait expliquer 3,8% ( $\Delta R^2$  ajusté = 0,038 et p=0,057) de la variance des performances en orthographe grammaticale.

<sup>4</sup> Modèle 1 : ALOUETTE CTL, EVIP  
Modèle 2 : ALOUETTE CTL, EVIP, FLEX RC

		DICTÉE ER GRAM				
		$\Delta R^2$ ajusté	B	ET B	$\beta$	p
VARIABLE EXLUE	FLEX RC	0,038	-0,131	0,067	-0,225	0,057

Tableau 11 : Score obtenu dans la régression pour la variable Flexibilité RC

Dans ce modèle, il semble donc que seuls les connaissances lexicales et le niveau de lecture apparaissent comme prédicteurs significatifs des capacités d'orthographe grammaticale.

### 3.3. Régressions des prédicteurs indépendants sur les capacités d'orthographe grammaticale

Nous avons observé que seule l'orthographe grammaticale était prédite de façon indépendante (mais non significative) à la fois par les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit (la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique) et par les fonctions attentionnelles (la flexibilité). Afin de confirmer que ce sont les prédicteurs spécifiques au langage écrit qui prédisent le plus les performances en orthographe grammaticale, nous avons à nouveau effectué des analyses de régression en introduisant dans les modèles ces prédicteurs indépendants (Tableau 13).

DICTÉE ER GRAM				
	R <sup>2</sup> ajusté	$\Delta R^2$ ajusté	F	p
<b>MODÈLE 1</b>	0,228	0,228	9,29	<0,001
<b>MODÈLE 2</b>	0,333	0,105	3,81	0,015

Tableau 12<sup>5</sup> : Régressions multiples hiérarchiques entre les prédicteurs indépendants et les capacités d'orthographe grammaticale

Les résultats montrent que chaque modèle contribue significativement à l'amélioration de l'explication de la variabilité de la variable dépendante. Plus précisément, il semble que l'ajout des scores obtenus aux épreuves de suppression phonémique, de répétition de non-mots et de flexibilité dans le second modèle explique 10,5% de la variance du modèle.

<sup>5</sup> Modèle 1 : ALOUETTE CTL, EVIP  
Modèle 2 : ALOUETTE CTL, EVIP, SUP PHONO TPS, REP NM TOTAL ITEM, FLEX RC

		DICTÉE ER GRAM				
		$\Delta R^2$ ajusté	B	ET B	$\beta$	p
<b>VARIABLES INCLUES</b>	SUP PHONO TPS	0,058	0,088	0,043	0,243	<b>0,046</b>
	REP NM TOTAL ITEM	0,04	-0,392	0,185	-0,259	<b>0,039</b>
<b>VARIABLE EXCLUE</b>	FLEX RC	0,007	-0,082	0,067	-0,141	0,227

Tableau 13 : Scores obtenus pour chacune des variables du modèle

Ce tableau confirme que seuls les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, à savoir la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique constituent des prédicteurs indépendants de la variance des performances en orthographe grammaticale, tandis que les capacités de flexibilité ne permettent pas de prédire les performances en orthographe grammaticale au-delà de ce que la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique prédisent.



# Discussion

---

Notre étude a été conçue en partant du constat que la maîtrise du langage écrit, et plus particulièrement de l'orthographe, est un facteur essentiel dans notre parcours de vie. Or, il semble que la maîtrise de l'orthographe soit de plus en plus difficile pour les enfants et les adolescents. Bien que la littérature ait démontré l'existence de prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, il nous est difficile d'exclure l'influence d'autres facteurs cognitifs comme les fonctions attentionnelles et exécutives. Ces dernières années, plusieurs études ont par ailleurs révélé l'existence d'un lien entre l'attention et les fonctions exécutives et l'écriture de mots chez des enfants anglophones scolarisés dans l'enseignement primaire. A notre connaissance, aucune de ces études n'a toutefois été réalisée auprès d'une population d'adolescents francophones scolarisés dans l'enseignement secondaire.

Pour répondre à cette problématique, cette étude avait donc pour objectif principal d'évaluer l'influence des fonctions attentionnelles et exécutives sur les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale chez des adolescents âgés entre 15 et 18 ans. Nous souhaitons également confirmer le caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit sur ces capacités, afin de pouvoir déterminer quel facteur prédisait au mieux les performances orthographiques des adolescents.

Nous commencerons donc par discuter des résultats obtenus par les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, puis nous discuterons des résultats obtenus pour les fonctions attentionnelles et exécutives. Enfin, nous présenterons les limites et les biais de notre étude et terminerons par une conclusion générale et les perspectives résultantes.

## 1. Caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit

Pour ce premier objectif, nous sommes partis des données de la littérature ayant démontré l'existence de prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit et leur influence sur l'orthographe. Ainsi, Castles et Coltheart (2004), par exemple, ont démontré que la conscience phonémique était l'un des meilleurs prédicteurs des performances en écriture, tandis que Niedo et ses collaborateurs (2014) ont démontré l'importance des capacités de mémoire à court terme verbale sur l'écriture de mots chez des enfants de 2<sup>ème</sup> année primaire.

Dans ce sens, les résultats de notre étude révèlent que les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit évalués dans le cadre de notre projet corrèlent de manière significative avec les performances en orthographe lexicale et grammaticale. De plus, nos analyses de régression multiple hiérarchique démontrent que les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale possèdent deux prédicteurs indépendants, à savoir la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique lorsque le niveau de lecture et les connaissances lexicales sont contrôlées. Cette observation n'est pas étonnante puisque plusieurs auteurs ont démontré que la conscience phonologique joue un rôle primordial dans l'acquisition et la maîtrise de l'orthographe (Bosse, 2005 ; Bosse & Pacton, 2006 ; Caravolas et al., 2001 ; Castles & Coltheart, 2004). Récemment, plusieurs études ont également mis en évidence l'impact de certains aspects de la mémoire à court terme sur le langage écrit (Majerus, 2010 ; Martinez-Perez et al., 2012). Le caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit semble donc se confirmer au-delà de l'enseignement primaire.

Il est toutefois important de noter que la variable qui semble le mieux prédire les capacités orthographiques de nos participants est leur niveau de lecture. Cette observation n'est pas étonnante puisque la lecture et l'orthographe utilisent les mêmes représentations orthographiques (Holmes & Davies, 2002) et l'exposition, par la lecture, aux séquences de lettres constituant les mots permettrait aux enfants de développer ces représentations orthographiques, qui seront ensuite utilisées en orthographe (Pacton & Afonso-Jaco, 2015). Ainsi, Cunningham et Stanovich (1990), par exemple, ont révélé que la quantité de lecture expliquait une part significative de la variance en connaissances orthographiques chez des enfants de huit et neuf ans. Dans une autre de leurs études, ils ont également démontré qu'une part significative de la variance des capacités d'enfants âgés de 6 à 7 ans à orthographier des mots irréguliers est expliquée par l'exposition à l'écrit (Cunningham & Stanovich, 1993). Plus récemment, d'autres études ont également mis en évidence un lien entre les compétences en lecture et les compétences en orthographe (Caravolas et al., 2001 ; Deacon et al., 2012). Ramus et ses collaborateurs (2003) ont également avancé que les difficultés orthographiques seraient secondaires au déficit de lecture.

## 2. Caractère prédictif des fonctions attentionnelles et exécutives

Etant donné que les fonctions attentionnelles et exécutives interviennent de façon importante dans un grand nombre de tâches, nous pensons que ces fonctions pourraient constituer des prédicteurs indépendants des performances orthographiques des adolescents. Nos résultats ne vont toutefois pas dans ce sens.

En effet, pour l'orthographe lexicale, les résultats obtenus dans le cadre de notre étude ne montrent qu'aucune des fonctions attentionnelles et exécutives évaluées ne présente de corrélation statistiquement significative avec les capacités orthographiques des adolescents.

Pour l'orthographe grammaticale, seules les capacités de flexibilité présentent une tendance significative. Cette tendance est en accord avec les données obtenues dans l'étude de Hooper et ses collaborateurs (2002), démontrant que des enfants anglophones de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> années primaires qui présentaient des faiblesses en écriture obtenaient de moins bonnes performances en flexibilité.

Il faut toutefois noter que la majorité des études qui ont été réalisées afin d'évaluer le lien entre les fonctions attentionnelles et exécutives d'une part et l'orthographe, ou du moins le langage écrit, d'autre part, concerne la langue anglaise. Or, l'anglais est une langue particulièrement opaque par rapport au français. De plus, les études évaluant les fonctions attentionnelles et exécutives utilisent généralement des questionnaires complétés par les parents ou les enseignants et ne proposent aucune épreuve mettant directement en œuvre les processus cognitifs étudiés. Ces études ne permettent donc pas, en règle générale, de distinguer les différentes composantes du fonctionnement attentionnel et exécutif évaluées. Par ailleurs, l'une des rares études utilisant plusieurs épreuves pour évaluer le lien existant entre les fonctions exécutives et les apprentissages scolaires ne révèle aucun lien avec la flexibilité (Monette et al., 2011). De plus, il n'est pas rare en consultation neuropsychologique de rencontrer des patients présentant des plaintes au niveau de ces fonctions avec de réelles difficultés au quotidien sans toutefois que ces difficultés ne ressortent au niveau des épreuves cognitives. Il aurait donc pu être intéressant, dans le cadre de notre étude, de compléter nos résultats à l'aide d'un questionnaire. Cela aurait également facilité la comparaison de nos résultats avec les études précédemment citées. Il est également important de garder à l'esprit que notre population diffère des études citées précédemment puisque celles-ci impliquent

des enfants d'âge scolaire. Etant donné que les fonctions exécutives atteignent leur maturité durant l'adolescence, nous pourrions donc penser que leur impact sur les capacités orthographiques diminue avec l'âge. Enfin, il est également possible que les résultats présentant une tendance significative soient impactés par la non-normalité de la distribution de notre échantillon. Un effectif plus important aurait peut-être permis de résoudre cette problématique.

Au vu des résultats que nous avons obtenus, il apparaît que bien que les fonctions exécutives, du moins la flexibilité, pourraient être impliquées dans les compétences orthographiques des adolescents, celles-ci occupent un rôle bien moins important que les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit. En effet, nos analyses révèlent que lorsque la conscience phonologique, la mémoire à court terme phonologique et la flexibilité cognitive sont incluses dans le modèle de régression, seuls les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit apparaissent comme étant des prédicteurs indépendants de la variance des performances en orthographe grammaticale. Cette observation est intéressante afin d'aider les enfants et adolescents à améliorer leurs capacités orthographiques et à adapter leur prise en charge.

### 3. Biais et limites éventuels

Afin de porter un regard critique sur nos résultats, il est important de considérer les biais et limites de notre étude, et ce malgré un travail rigoureux.

#### 3.1 Echantillon

La première limite de notre recherche concerne son effectif. En effet, plusieurs de nos variables ne se distribuent pas normalement, ce qui suggère que les adolescents participant à notre étude ont été très performants, ou au contraire peu performants, pour la majorité des tâches qui leur ont été proposées. Il aurait peut-être été nécessaire de recruter davantage de participants ou de contrôler le niveau socio-culturel pour espérer une normalisation des résultats.

Il semble également évident que les différences interindividuelles pourraient influencer nos résultats. En effet, de grandes étendues sont observées pour les scores obtenus aux différentes tâches proposées. Il aurait pu être intéressant de réaliser une anamnèse

approfondie afin d'obtenir davantage d'informations concernant, par exemple, le niveau socioculturel ou encore les bilans et prises en charge antérieurs éventuels.

Enfin, plusieurs variables qu'il est difficile de contrôler peuvent également avoir une incidence sur nos résultats, dont notamment, la fatigabilité, la motivation ou encore l'état psychoaffectif.

### 3.2 Epreuves utilisées

Pour rappel, les fonctions attentionnelles et exécutives sont décrites comme un ensemble de processus cognitifs multiples et interdépendants. Bien que les différentes composantes semblent se préciser à l'âge adulte, les processus cognitifs qu'elles recouvrent et les relations qu'elles entretiennent restent difficiles à déterminer. De ce fait, l'évaluation des fonctions attentionnelles et exécutives est particulièrement délicate. De plus, les tâches utilisées font régulièrement appel à plusieurs processus attentionnels et exécutifs, ce qui peut entraîner des différences au niveau des résultats en fonction des tâches utilisées (Booth, et al., 2010 ; Van der Sluis et al., 2007). Il apparaît également, assez fréquemment, que les patients présentant des plaintes au niveau de ces fonctions avec de réels impacts dans leur vie quotidienne ne présentent aucune difficulté dans les épreuves cognitives. Afin de limiter ce biais, nous aurions pu proposer plusieurs tâches évaluant la même composante aux adolescents, comme cela a été fait dans diverses études (Best et al., 2011 ; Huizinga et al., 2006). Nous aurions également pu ajouter une évaluation plus écologique de ces fonctions via l'utilisation d'un questionnaire comme la BRIEF (Behavioral Rating Inventory of Executive Function ; Gioia et al., 2014) par exemple.

## Conclusion et perspectives

---

Notre étude avait pour objectif d'évaluer le lien entre les fonctions attentionnelles et exécutives sur les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale chez des adolescents âgés entre 15 et 18 ans. Nous souhaitons également confirmer le caractère prédictif des prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit sur ces capacités, afin de pouvoir déterminer quel facteur prédit au mieux les performances orthographiques des adolescents. Pour répondre à ces deux objectifs, nous avons réalisé des corrélations et des analyses de régression.

Les résultats obtenus dans le cadre de notre étude corroborent les données de la littérature et démontrent que les prédicteurs spécifiques à l'acquisition du langage écrit corrélient de manière significative avec l'orthographe lexicale et grammaticale. Cependant, lorsque nous contrôlons le niveau de lecture des adolescents, les résultats sont davantage nuancés. En effet, nos analyses de régression montrent que bien que la conscience phonologique et la mémoire à court terme phonologique constituent des prédicteurs indépendants des capacités d'orthographe lexicale et grammaticale des adolescents, c'est le niveau de lecture qui prédit le mieux leurs capacités orthographiques. Au contraire, aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre les fonctions attentionnelles et exécutives évaluées dans le cadre de notre étude et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale des adolescents. Il semble donc que les fonctions attentionnelles et exécutives ne représentent pas des prédicteurs indépendants des capacités orthographiques chez les adolescents.

Ainsi, il semble que notre étude permette d'apporter des éléments intéressants concernant le lien entre les fonctions attentionnelles et exécutives sur les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale. Davantage d'études doivent toutefois être envisagées afin d'étayer nos observations. De plus, malgré avoir essayé de suivre une méthodologie la plus rigoureuse possible, plusieurs suggestions peuvent être émises pour des recherches futures. Il pourrait tout d'abord être suggéré de reproduire notre étude sur un échantillon de participants plus important, afin de normaliser la distribution de notre effectif. Il pourrait également être intéressant de reproduire notre étude en ajoutant un questionnaire d'évaluation comportementale des fonctions attentionnelles et exécutives, afin d'ajouter une

évaluation plus écologique de ces fonctions. Dans une autre optique, il pourrait également être intéressant de comparer les performances orthographiques d'adolescents présentant ou non un trouble de l'attention, afin d'évaluer l'impact des difficultés attentionnelles sur leurs capacités orthographiques.

En conclusion, les observations faites lors de cette étude nous permettent d'apporter des informations supplémentaires à la littérature. Notre recherche nécessite toutefois d'être poursuivie et améliorée.

# Bibliographie



- Baddeley, A. (1986). Working memory. Oxford, England: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Bailey, R., Jones, S., & Partee, A. (2015). Mapping the Executive Function Literature: Developing a Framework to Organize Executive Function and Regulation Related Concepts. Communication présentée au congrès biennuel du SRCD – Society for Research in Child Development. Philadelphie, PA.
- Barry, C. (1994). Spelling routes (or roots or rutes). In G. Brown & N. Ellis (Eds.), Handbook of spelling: Theory, process and intervention (pp. 27-49). Bath, Great Britain: John Wiley & Sons.
- Beauvois, M. F., & Dérouesné, J. (1981). Lexical or orthographic agraphia. *Brain : a journal of neurology*, 104(Pt 1), 21–49. <https://doi.org/10.1093/brain/104.1.21>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between Executive Function and Academic Achievement from Ages 5 to 17 in a Large, Representative National Sample. *Learning and individual differences*, 21(4), 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Biot-Chevrier, C., Ecalle, J., & Magnan, A. (2008). Pourquoi la connaissance du nom des lettres est-elle si importante dans l'apprentissage de la langue écrite ? *Revue française de pédagogie*, 162, 15-27.
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.
- Bosman, A., & Van Orden, G. (1997). Why spelling is more difficult than reading. In C. Perfetti, L. Rieben & M. Fayol (Eds.), *Learning to spell: Research, theory and practice across languages* (pp. 173-194). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bosse, M-L. (2005). De la relation entre acquisition de l'orthographe lexicale et traitement visuo attentionnel chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*, 222, 9-30

- Bosse, M-L., & Pacton, S. (2006). Comment l'enfant produit-il l'orthographe des mots ? In P. Dessus et E. Gentaz (Eds). *Apprendre et enseigner à l'école*, 43-58.
- Bousquet, S., Cogis, D., Ducard, D., Massonnet, J., & Jaffré, J-P., (1999). Acquisition de l'orthographe et modes cognitifs. *Revue Française de Pédagogie*, 126, 23-27.
- Brydges, C., Fox, A., Reid, C.L., & Anderson, M. (2014). The differentiation of executive functions in middle and late childhood: A longitudinal latent-variable analysis. *Intelligence*, 47, 34-43.
- Bub, D., & Kertesz, A. (1982). Deep agraphia. *Brain and Language*, 17(1), 146–165. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(82\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0093-934X(82)90011-6)
- Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36-41. doi:10.1111/cdep.12059
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Caravolas, M., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2001). The foundations of spelling ability: Evidence from a 3-year longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 45(4), 751-774.
- Carroll, J.M. (2004). Letter knowledge precipitates phoneme segmentation, but not phoneme invariance. *Journal of Research in Reading*, 27 (3), 212-225.
- Castles, A. & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read ? *Cognition*, 91, 77-111.
- Clark, C. A., Nelson, J. M., Garza, J., Sheffield, T. D, Wiebe, S. A., & Espy, K. A. (2014). Gaining control: changing relations between executive control and processing speed and their relevance for mathematics achievement over course of the preschool period. *Frontiers in Psychology*, 5, (107). doi:10.3389/ fpsyg.2014.00107
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological review*, 108(1), 204-256. doi:10.1037//0033-295X.108.1.204

- Courage, M. L., Reynolds, G. D., & Richards, J. E. (2006). Infants' attention to patterned stimuli: developmental change from 3 to 12 months of age. *Child development*, 77(3), 680–695. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00897.x>
- Cunningham, A. (2006). Accounting for children's orthographic learning while reading text: Do children self-teach? *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(1), 56-77.
- Cunningham, A., Perry, K., Stanovich, K., & Share, D. (2002). Orthographic learning during reading: Examining the role of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 185-199.
- Deacon, S. H., Benere, J., & Castles, A. (2012). Chicken or egg? Untangling the relationship between orthographic processing skill and reading accuracy. *Cognition*, 122(1), 110-117.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Dittman, C. K. (2013). The impact of early classroom inattention on phonological processing and word-reading development. *Journal of Attention Disorders*, 20(10), 1-12. doi:10.1177/1087054713478979.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., & Sexton, H. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental psychology*, 43(6), 1428.
- Dunn, L. M., Thériault-Whalen, C. M., & Dunn, L. M. (1993). *Echelle de vocabulaire en images Peabody: Adaptation française du Peabody Picture Vocabulary Test*. Toronto, Ontario, Canada: PsyCan [French adaptation of the Peabody Picture Vocabulary Test].
- Ecalte, J. & Magnan, A. (2015). *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés – 2e édition*. Paris: Dunod.
- Ecalte, J., Magnan, A. & Biot-Chevrier, C. (2008). Alphabet knowledge and early literacy skills in French beginning readers. *European journal of Developmental Psychology*, 5 (3), 303-325.
- Ehri, L. C. (1997). Learning to read and learning to spell are one and the same, almost. *Learning to spell: Research, theory, and practice across languages*, 13, 237-268.

- Ellis, A., & Young, A. (1988). *Human Cognitive Neuropsychology*. London: Lawrence Erlbaum Associate.
- Ellis, N., & Cataldo, S. (1990). The role of spelling in learning to read. *Language and Education*, 4(1), 1-28.
- Engel de Abreu, P. M. J., Abreu, N., Nikaedo, C. C., Puglisi, M. L., Tourinho, C. J., Miranda, & Martin, R. (2014). Executive functioning and reading achievement in school: a study of Brazilian children assessed by their teachers as “poor readers”. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00550>.
- Fayol, M. (2018). *L'acquisition du nombre*. (3e éd.). Paris, France : Presses universitaires de France, collection « Que sais-je ».
- Fluss, J., Bertrand, D., Ziegler, J., & Billard, C. (2009). Troubles d'apprentissage de la lecture: Rôle des facteurs cognitifs, comportementaux et socio-économiques. *Développements*, 1(1), 21-33. doi:10.3917/devel.001.0021
- Foulin, J.-N. (2007). La connaissance des lettres chez les prélecteurs : Aspects pronostiques, fonctionnels et diagnostiques. *Psychologie française*, 52, 431-444.
- Gerst, E. H., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., & Yoshida, H. (2015). Cognitive and behavioral rating measures of executive function as predictors of academic outcomes in children. *Child Neuropsychology*, 1-27. doi:10.1080/09297049.2015.1120860
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., Kenworthy, L. (2000). *Behavioral Rating Inventory of Executive Function (BRIEF)*. Lutz: Psychological Assessment Resources.
- Holmes, V. M., & Davis, C. W. (2002). Orthographic representation and spelling knowledge. *Language and cognitive processes*, 17(4), 345-370.
- Hooper, S. R., Swartz, C. W., Wakely, M. B., de Kruif, R. E., & Montgomery, J. W. (2002). Executive functions in elementary school children with and without problems in written expression. *Journal of Learning Disabilities*, 35(1), 57-68.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010

- Jongejan, W., Verhoeven, L & Siegel, L.S. (2007). Predictors of reading and spelling abilities in first- and second-language learners. *Journal of Educational Psychology*, 99, 835-851.
- Juel, C., Griffith, P. L., & Gough, P. B. (1986). Acquisition of literacy. A longitudinal study of children in first and second grade. *Journal of Educational Psychology*, 78(4), 243-255.
- Kellogg, R. T., Whiteford, A. P., Turner, C. E., Cahill, M., & Mertens, A. (2013). Working memory in written composition: A progress report. *Journal of Writing Research*, 5(2), 159-190.
- Kent, S., Wanzek, J., Petscher, Y., Al Otaiba, S., & Kim, Y. S. (2014). Writing fluency and quality in kindergarten and first grade: the role of attention, reading, transcription, and oral language. *Reading and Writing*, 27(7), 1163-1188. doi: 10.1007/s11145-013-9480-1
- Kim, Y. S., Al Otaiba, S., & Wanzek, J. (2015). Kindergarten predictors of third grade writing. *Learning and Individual Differences*, 37, 27-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2014.11.009>
- Leclercq, M., & Zimmermann, P. (2014). L'évaluation des fonctions attentionnelles. In X. Seron & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique (Tome 1) – 2e édition* (pp. 143-162). Paris: De Boeck-Solal.
- Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R*. Paris, France: ECPA.
- Lussier, F., Chevrier, E., Gascon L. (2017). *Neuropsychologie de l'enfant et de l'adolescent. Troubles développementaux et de l'apprentissage (3rd ed.)*. Dunod.
- Majerus, S. (2010). Les multiples déterminants de la mémoire à court terme verbale : Implications théoriques et évaluatives. *Développements*, 4(1), 5-15. <https://doi.org/10.3917/devel.004.0005>
- Majerus, S., Jambaqué, I., Mottron, L., Van der Linden, M., & Poncelet, M. (Eds.). (2020). *Traité de neuropsychologie de l'enfant (2nd ed.)*. De Boeck Supérieur.
- Martinez-Perez, T., Majerus, S., & Poncelet, M. (2012). The contribution of short-term memory for serial order to early reading acquisition : Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111 (4), 708-723. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.11.007>
- Martinussen, R., Grimbos, T., & Ferrari, J. L. S. (2014). Word-level reading achievement and behavioral inattention: Exploring their overlap and relations with naming speed and

- phonemic awareness in a community sample of children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(7), 680-690. doi:10.1093/arclin/acu040
- Mazeau, M., Pouhet, A., & Ploix Maes, E. (2021). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant* (3rd ed.). Elsevier Masson.
- Moll, K., Ramus, F., Bartling, J., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., ... Landerl, K. (2014). Cognitive mechanisms underlying reading and spelling development in five European orthographies. *Learning and Instruction*, 29, 65-77. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.09.003
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M. C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2), 158-173. doi:10.1016/j.jecp.2011.01.008
- Niedo, J., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2014). Predicting levels of reading and writing achievement in typically developing, English-speaking 2nd and 5th graders. *Learning and Individual Differences*, 32, 54-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2014.03.013>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to Action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in research* (pp. 1-18). New-York: Plenum Press.
- Oakhill, J. V., Cain, K., & Bryant, P. E. (2003). The dissociation of word reading and text comprehension: Evidence from component skills. *Language and Cognitive Processes*, 18(4), 443-468. doi:10.1080/01690960344000008
- Pacton, S. & Afonso-Jaco, A. (2015). Comment les enfants apprennent-ils l'orthographe des mots ? *Revue française de linguistique appliquée*, XX, 51-61. <https://doi.org/10.3917/rfla.202.0051>
- Pacton, S., Foulin, J.-N., Casalis, S., & Treiman, R. (2013). Children benefit from morphological relatedness when they learn to spell new words. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22(2), 165–184. doi:10.1016/j.cogdev.2006.09.001

- Patterson, K. E., & Shewell, C. (1987). Speak and spell: Dissociations and word class effects. In M. Coltheart, S. Sartori, & R. Job (Eds.), *The Cognitive Neuropsychology of Language* (pp. 273-295). U.K.: Psychology Press.
- Peereman, R., Lété, B. & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-infra: Distributional characteristics of grapheme—phoneme mappings, and infralexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods* 39, 579–589. <https://doi.org/10.3758/BF03193029>
- Preßler, A. L., Krajewski, K., & Hasselhorn, M. (2013). Working memory capacity in preschool children contributes to the acquisition of school relevant precursor skills. *Learning and Individual Differences*, 23, 138-144. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.005>
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841-865.
- Re, A. M., Mirandola, C., Esposito, S. S., & Capodici, A. (2014). Spelling errors among children with ADHD symptoms: the role of working memory. *Research in developmental disabilities*, 35(9), 2199–2204. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.010>
- Roeltgen, D. P., & Heilman, K. M. (1984). Lexical agraphia: Further support for the two system hypothesis of linguistic agraphia. *Brain*, 107(3), 811-827.
- Roy, A., Fournet, N., Roulin, J.-L., & Le Gall, D. (2013). Adaptation et validation en français de l'Inventaire d'Evaluation Comportementale des Fonctions Exécutives (BRIEF : Behavioral Rating Inventory of Executive Function). Paris: Hogrefe France Editions.
- Savage, R., Pillay, V., & Melidona, S. (2008). Rapid serial naming is a unique predictor of spelling in children. *Journal of Learning Disabilities*, 41(3), 235-250.
- Scarborough, H. S. (2001). Connecting early language and literacy to later reading (dis)abilities: Evidence, theory, and practice. In S. B. Neuman & D. K. Dickinson (Eds.), *Handbook of Early Literacy Research* (pp. 97-110). New York, NY: Guilford Press.
- 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*, 15(3), 232-246. doi:10.1080/09297040802220029

- Shallice, T. (1981). Phonological agraphia and the lexical route in writing. *Brain : a journal of neurology*, 104(3), 413–429. <https://doi.org/10.1093/brain/104.3.413>
- Share, D. (2004). Knowing letter names and learning letter sounds : A causal connection. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 213-233.
- Share, D. (2007). Individual differences in orthographic learning: A comparison of deep and shallow scripts. Unpublished manuscript
- Siffrein-Blanc, J., & George, F. (2010). L'orthographe lexicale. *Développements*, 4(1), 27–36. <https://doi.org/10.3917/devel.004.0027>
- Stainthorp, R., Powell, D., & Stuart, M. (2013). The relationship between rapid naming and word spelling in English. *Journal of Research in Reading*, 36(4), 371-388.
- Stipek, D., & Valentino, R. A. (2015). Early childhood memory and attention as predictors of academic growth trajectories. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 771-788. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000004>
- Swanson, H. L., Zheng, X., & Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory, and reading disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Journal of Learning Disabilities*, 42(3), 260-287.
- Swanson, J. M., Sandman, C. A., Deutsch, C., & Baren, M. (1983). Methylphenidate hydrochloride given with or before breakfast: I. Behavioral, cognitive, and electrophysiological effects. *Pediatrics*, 72, 49-55.
- Tainturier, M. J., & Rapp, B. (2000). The spelling process. In B. Rapp (Ed). *What deficits reveal about the human mind: A handbook of cognitive neuropsychology*. Philadelphia, PA: Psychology Press.
- Treiman, R. (2006). Knowledge about letters as a foundation for reading and spelling. In R.M. Joshi & P.G. Aaron (dir.), *Handbook of Orthography and Literacy* (pp. 581-599). Mahwah (NJ) : Erlbaum.
- Van Der Linden, M., Seron, X., & Meulemans, T. (2014). L'évaluation des fonctions exécutives. In X. Seron & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique - 2e édition* (pp.461-497). Marseille: Solal.



- Verhoeven, L., & Carlisle, J. F. (2006). Introduction to the special issue: Morphology in word identification and word spelling. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 19(7), 643–650. <https://doi.org/10.1007/s11145-006-9010-5>
- Walcott, C. M., Scheemaker, A., & Bielski, K. (2010). A Longitudinal Investigation of Inattention and Preliteracy Development. *Journal of Attention Disorders*, 14(1), 79-85. doi:10.1177/1087054709333330
- Wechsler, D., & Naglieri, J.-A. (2009). WNV : échelle non verbale d'intelligence : manuel. Paris : EPCA.
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 43-53. doi:10.1037/a0016738.
- Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van IJzendoorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, 23, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.004>
- Zesiger, P. (2009). Les troubles de l'attention et des fonctions exécutives. In M. Poncelet, S. Majerus & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de Neuropsychologie de l'enfant* (pp. 331-358). Marseille: Solal.
- Zimmerman, P., et Fimm, B. (1994). Tests d'évaluation de l'attention (TEA) Psytest. Würselen, Deutschland.

# Annexes

# Annexe 1 : Lettre d'information

---



## **Etude du lien entre le fonctionnement exécutif et attentionnel et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale chez les adolescents de 15 à 18 ans**

Madame, Monsieur,

Etudiante en 2<sup>ème</sup> année de master en Logopédie à l'Université de Liège, je suis à la recherche d'adolescents âgés de 15 à 18 ans, volontaires de participer à la réalisation de mon mémoire.

L'objectif de ce projet est d'évaluer le lien qui pourrait exister entre les fonctions attentionnelles et exécutives d'une part et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale d'autre part. En d'autres termes, nous souhaiterions voir si la présence de difficultés attentionnelles et exécutives risque d'impacter les capacités orthographiques des adolescents. Pour se faire, cette recherche concerne donc des adolescents sans difficultés particulières de lecture et âgés entre 15 et 18 ans.

Cette étude se déroulera en une seule séance d'une heure environ, qui pourra être fragmentée si nécessaire. Durant celle-ci, votre enfant sera invité à réaliser différentes épreuves évaluant les capacités attentionnelles, exécutives et orthographiques.

Les données qui seront recueillies lors de cette expérience seront strictement confidentielles et rendues anonymes. Il vous sera toutefois possible de vous rétracter à tout moment sans justification et sans préjudice. Vous pouvez également décider de mettre un terme à votre participation à tout moment. Dans ce cas, aucune des données qui auraient déjà été récoltées ne seront utilisées.

Cette étude a été examinée et approuvée par le Comité d'éthique, mais cet avis ne doit pas être considéré comme une incitation à participer à cette étude.

Nous restons à votre disposition pour toutes questions éventuelles et vous remercions pour l'attention que vous porterez à ce travail.

Emilie WEETS

Emilie.Weets@gmail.com

# Annexe 2 : Formulaire de consentement

---



## CONSENTEMENT ECLAIRE POUR DES RECHERCHES IMPLIQUANT DES PARTICIPANTS HUMAINS

### Etude du lien entre le fonctionnement exécutif et attentionnel et les capacités d'orthographe lexicale et grammaticale chez les adolescents de 15 à 18 ans

**Chercheur responsable** : WEETS Emilie, 2<sup>ème</sup> Master en logopédie, Université de Liège

**Promoteur** : Professeur PONCELET Martine, Université de Liège

**Service et numéro de téléphone de contact** : Neuropsychologie du langage et des apprentissages - +32 4 3663324

Je, soussigné(e), ..... en ma qualité de père, mère, tuteur ou tutrice de ..... déclare :

- avoir reçu, lu et compris une présentation écrite de la recherche dont le titre et le chercheur responsable figurent ci-dessus ;
- avoir pu poser des questions sur cette recherche et reçu toutes les informations que je souhaitais.
- avoir reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

Je sais, en ce qui concerne ..... que :

- je peux à tout moment mettre un terme à sa participation à cette recherche sans devoir motiver ma décision ni subir aucun préjudice que ce soit ;

- son avis sera sollicité et il pourra également mettre un terme à sa participation sans devoir motiver sa décision ni subir aucun préjudice que ce soit ;
- je peux demander à recevoir les résultats globaux de la recherche mais je n’aurai aucun retour concernant ses performances personnelles.
- la présente étude ne constitue pas un bilan psychologique ou logopédique à caractère diagnostic.
- je peux contacter le chercheur pour toute question ou insatisfaction relative à sa participation à la recherche ;
- des données le concernant seront récoltées pendant ma participation à cette étude et que le mémorant responsable et le promoteur de l’étude se portent garants de la confidentialité de ces données. Je conserve le droit de regard et de rectification sur mes données personnelles (données démographiques). Je dispose d’une série de droits (accès, rectification, suppression, opposition) concernant mes données personnelles, droits que je peux exercer en prenant contact avec le Délégué à la protection des données de l’institution dont les coordonnées se trouvent sur la feuille d’information qui m’a été remise. Je peux également lui adresser toute doléance concernant le traitement de mes données à caractère personnel. Je dispose également du droit d’introduire une réclamation auprès de l’Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, [contact@apd-gba.be](mailto:contact@apd-gba.be)).
- les données à caractère personnel ne seront conservées que le temps utile à la réalisation de l’étude visée, c’est-à-dire pour un maximum de 4 années.

Je consens à ce que, en ce qui concerne ..... :

- les données anonymes recueillies dans le cadre de cette étude soient également utilisées dans le cadre d’autres études futures similaires, y compris éventuellement dans d’autres pays que la Belgique.
- les données anonymes recueillies soient, le cas échéant, transmises à des collègues d’autres institutions pour des analyses similaires à celles du présent projet ou qu’elles soient mises en dépôt sur des répertoires scientifiques accessibles à la communauté scientifique uniquement.
- ses données personnelles soient traitées selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité du formulaire d’information.

J'autorise le chercheur responsable à enregistrer ..... à des fins de recherche :

OUI – NON

Je consens à ce que cet enregistrement soit également utilisé à des fins :

- d'enseignement (par exemple, de cours) : OUI-NON
- de formation (y compris sur le site intranet de l'Unité de Logopédie, uniquement accessible par un identifiant et un mot de passe) : OUI-NON
- cliniques : OUI-NON
- de communication scientifique aux professionnels (par exemple, de conférences) : OUI-NON

**En conséquence, je donne mon consentement libre et éclairé pour que ..... soit participant(e) à cette recherche. En cas d'autorité parentale partagée, je m'engage à en informer l'autre parent.**

Lu et approuvé,

Date et signature :

### **Chercheur responsable**

- Je soussigné, WEETS EMILIE, chercheur responsable, confirme avoir fourni oralement les informations nécessaires sur l'étude et avoir fourni un exemplaire du document d'information et de consentement au représentant légal du participant. J'ai également fourni les informations oralement et recueilli le consentement du participant dans des termes adaptés à son âge et/ou sa condition
- Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le participant ou son représentant légal accepte de participer à l'étude et que je suis prêt à répondre à toutes les questions supplémentaires, le cas échéant.
- Je confirme travailler en accord avec les principes éthiques énoncés dans la dernière version de la « Déclaration d'Helsinki », des « Bonnes pratiques Cliniques » et de la loi belge du 7 mai 2004, relative aux expérimentations sur la personne humaine, ainsi que dans le respect des pratiques éthiques et déontologiques de ma profession.

Nom, prénom du chercheur responsable

Date et signature



# Annexe 3 : Consentement pour adolescents

---



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

Comité d'éthique

PRESIDENTE : Fabienne COLLETTE

## Formulaire d'information et de consentement pour des adolescents

### 1) But et procédure de l'étude

Bonjour, je m'appelle Emilie, je m'intéresse à l'impact que pourraient avoir tes capacités de concentration sur ton orthographe. Je voudrais te demander de m'aider en faisant quelques exercices avec moi. Je vais te demander d'écrire, de lire, de répondre à quelques questions et de faire une sorte de jeu sur ordinateur. Je vais faire cela avec plein d'autres adolescents, et de cette façon, je pourrai mieux comprendre comment ils fonctionnent. Cela se déroule en une seule séance qui prend environ 1 heure.

### 2) Information sur l'accord de l'école et/ou des parents

Avant de te voir, j'ai demandé à tes parents s'ils étaient d'accord que je travaille avec toi, et ils ont dit qu'ils étaient d'accord.

J'ai aussi demandé à ton directeur ainsi qu'à ton instituteur/trice s'ils étaient d'accord que je travaille avec les adolescents de ta classe, et donc avec toi, ils ont dit qu'ils étaient d'accord.

### 3) Confidentialité et accord volontaire

Maintenant que je t'ai expliqué en quoi consiste mon projet, es-tu d'accord d'y participer ? Ta participation est volontaire, c'est à dire que tu participes seulement si tu en as envie, personne ne peut t'obliger. À tout moment, tu as le droit de ne pas répondre à une question si tu n'en as pas envie, tu as aussi le droit de décider d'arrêter de participer si tu n'en as plus envie. Si tu veux arrêter ou si tu ne souhaites pas répondre à une question, tu n'es pas obligé de m'expliquer pourquoi.

Je serai la seule à connaître tes réponses, elles seront confidentielles. Donc, tout ce que tu me diras et les réponses que tu feras aux tests resteront entre nous, ni tes parents, ni ton

instituteur ne pourront connaître ces informations, sauf si évidemment tu as envie de leur en parler. Tu as tout à fait le droit de leur en parler si tu en as envie, mais tu n'es pas obligé, même s'ils te le demandent comment ça s'est passé.

### **Consentement**

Je, \_\_\_\_\_ reconnais avoir lu et compris le présent formulaire et accepte volontairement de participer à cette recherche. Je reconnais avoir eu suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision et avoir pu poser des questions à l'expérimentateur et recevoir toutes les informations que je souhaitais. Je comprends que ma participation est totalement volontaire (personne ne m'y oblige) et que je peux y mettre fin à tout moment, sans justification à donner. Il me suffit d'en informer la/le responsable du projet.

Ta signature:

Date:

Je soussignée, WEETS Emilie, avoir expliqué le but et la nature de cette étude à \_\_\_\_\_ dans un langage approprié selon l'âge du participant. Il/Elle a eu l'opportunité de parler de l'étude avec moi de façon détaillée. J'ai répondu à toutes ses questions et il/elle a donné son assentiment à sa participation dans cette étude.

Signature de l'investigateur :

Date :

Ces dernières années, de nombreuses études se sont intéressées aux différents facteurs susceptibles de soutenir l'apprentissage du langage écrit. Ces recherches ont ainsi démontré l'existence de facteurs prédictifs spécifiques à l'acquisition du langage écrit, à savoir la connaissance des lettres, la conscience phonologique, la mémoire à court terme verbale et la dénomination rapide automatisée.

Cependant, compte tenu de la complexité des processus mis en place lors de l'apprentissage du langage écrit, nous nous sommes questionnés quant à la présence d'autres facteurs, non spécifiques aux processus langagiers, qui pourraient influencer la maîtrise de l'écriture et de l'orthographe. Plus précisément, nous nous sommes intéressés aux fonctions attentionnelles et exécutives, dont nous connaissons l'importance dans différents domaines, notamment le succès social et académique. A l'heure actuelle, peu d'études se sont toutefois intéressées aux rôles que ces deux fonctions pourraient jouer dans la maîtrise du langage écrit, et plus particulièrement de l'orthographe.

L'objectif de notre recherche était donc de vérifier l'existence d'un lien entre le fonctionnement attentionnel et exécutif et les capacités orthographiques chez des adolescents âgés entre 15 et 18 ans. Nous avons également cherché à confirmer le caractère prédictif des prédictifs spécifiques à l'acquisition du langage écrit sur les capacités orthographiques des adolescents afin de pouvoir déterminer le caractère de prévalence de ces deux catégories.

De manière générale, les résultats de notre étude confirment le caractère prédictif des prédictifs spécifiques à l'acquisition du langage écrit sur l'ensemble des performances en orthographe. Il est toutefois important de noter que le niveau de lecture semble être le prédictif le plus important des capacités orthographiques des adolescents.

Nos résultats sont toutefois plus nuancés en ce qui concerne l'implication des fonctions attentionnelles et exécutives sur les capacités orthographiques. En effet, seule une corrélation à tendance significative est observée entre les capacités de flexibilité cognitive et les performances en orthographe grammaticale.

En conclusion, il semble que notre étude corrobore certaines données de la littérature. Cependant, malgré une méthodologie rigoureuse, d'autres études pourraient être envisagées afin d'étayer nos observations.